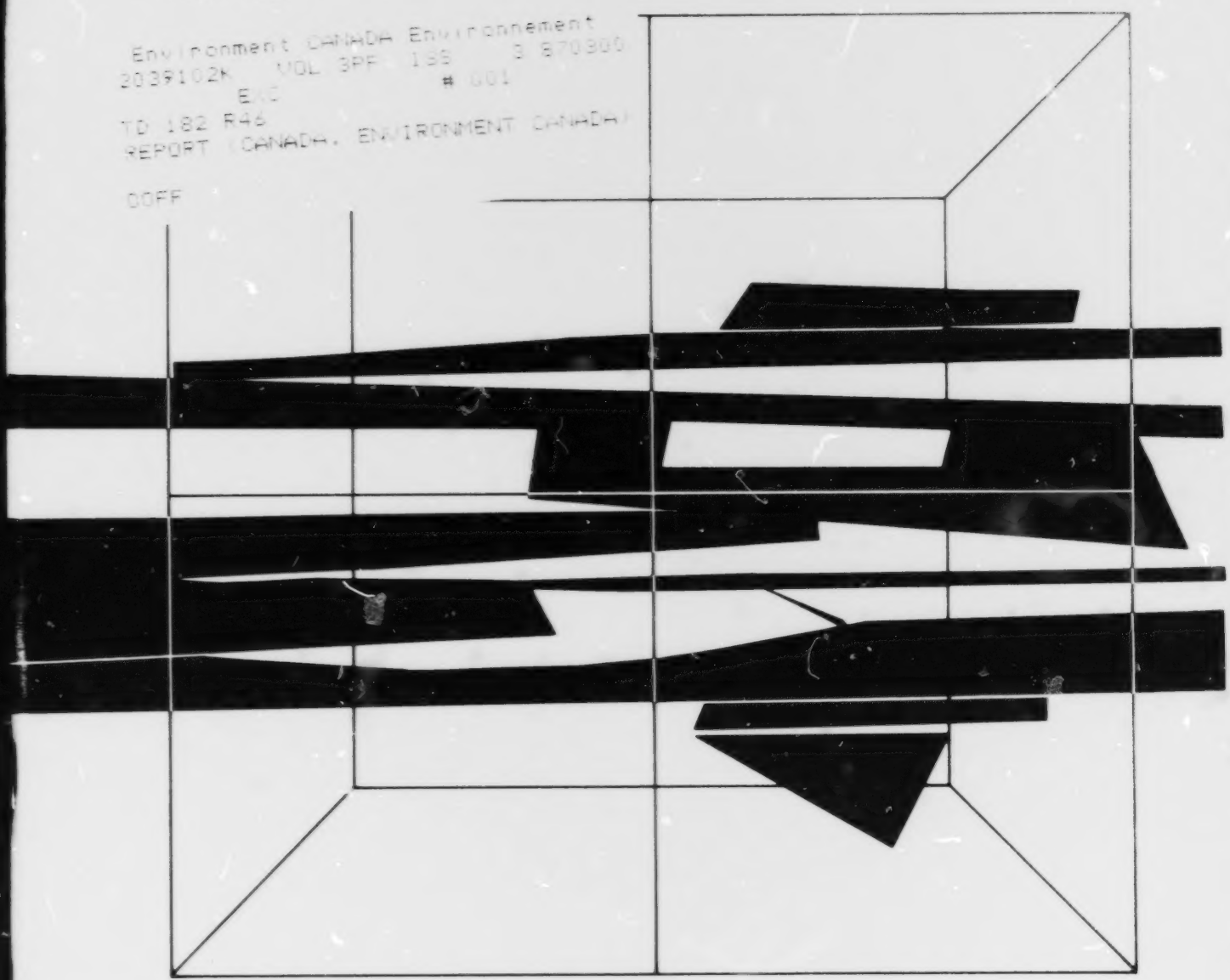
Biological Treatment of Textile Finishing Mill Effluent

Report EPS 3 PF 3
March 1987

Environment CANADA Environnement
2039102M VOL 3PF 198 3 870300
001
EVC
TD 182 R46
REPORT CANADA. ENVIRONMENT CANADA
DOFF



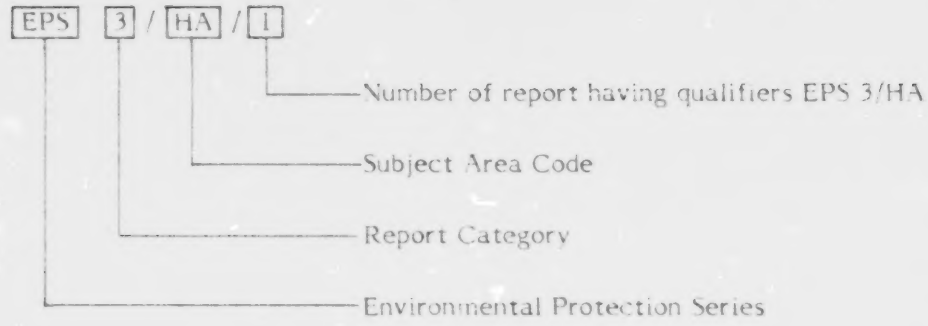
Environment Canada Environnement Canada

Canada

87-05080/

ENVIRONMENTAL PROTECTION SERIES REPORTS

Sample Number:



Categories

1	Regulations/Guidelines/Codes of Practice
2	Public Consultation: Problem Assessment, Control Options
3	Research and Technology Development
4	Literature Reviews
5	Surveys
6	Social, Economic and Environmental Impact Assessments
7	Surveillance
8	Policy Proposals & Statements
9	Manuals

Subject Areas

AG	Agriculture
AP	Airborne Pollutants
AT	Aquatic Toxicity
CC	Commercial Chemicals
CE	Consumers and the Environment
FP	Food Processing
HA	Hazardous Wastes
IC	Inorganic Chemicals
MA	Marine Pollution
MM	Mining & Ore Processing
NR	Northern Regions
PF	Paper and Fibres
PG	Power Generation
PN	Petroleum and Natural Gas
SP	Oil & Chemical Spills
SRM	Standard Reference Methods
TS	Transportation Systems
UP	Urban Pollution

New subject areas and codes are introduced as they become necessary. A list of EPS reports may be obtained from Environmental Protection Publications, Conservation and Protection, Environment Canada, Ottawa, Ontario, Canada, K1A 0E7.

BIOLOGICAL TREATMENT OF TEXTILE FINISHING MILL EFFLUENT

by

Ronald Zaloum
Environmental Protection
Conservation and Protection
Environment Canada

Report EPS 3/PF/3
March 1987

Distributed by
Environmental Protection Publications Section
Conservation and Protection
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 0E7

Version française sur demande

© Minister of Supply and Services Canada 1987
Cat. No. En 49-6 3-3E
ISBN 0-662-15294-8
BEAUREGARD PRESS LIMITED

ABSTRACT

The treatability of textile mill effluents was examined using a pilot-scale activated sludge, extended aeration plant at the Dominion Textile Inc. finishing mill in Magog, Quebec. The objectives were to define the design and operating criteria for biological treatment facilities treating textile mill effluents.

The results showed that, contrary to U.S. criteria of long hydraulic retention times for wastewaters with similar characteristics, these effluents were best treated at a hydraulic retention time (HRT) of 18 hours and a solids retention time (SRT) of 30 days, at a pH between 7 and 9 with adequate nutrient supply. Under these operating conditions no foaming problems occurred, and colour removal was optimal, although this was affected by the intensity of colour in the influent. Solids production ranged from 0.13 to 0.21 g volatile suspended solids (VSS) per gram chemical oxygen demand (COD) removed, depending on the operating conditions. Oxygen uptake rate was 0.2 mg $O_2/d \cdot mg^{-1}$ mixed liquor volatile suspended solids (MLVSS), at optimum conditions. The treatment system produced an effluent containing less than 20 mg/L of suspended solids with a COD removal efficiency of 80%. The effluent was not lethal to fish using the 96-hour static toxicity test. The pilot system was operated at 21°C and the temperature in the aeration basin of the full scale plant was 22°C.

The optimal operating conditions defined in the pilot-scale tests produced the same treatment performance when applied in the full-scale facility. The pilot tests indicated not only excellent reproducibility of results when experimental conditions were repeated, but also good stability in the activated sludge system, and provided a reliable tool with which to predict the behaviour of the full-scale system.

It was found that a particular system response resulted from changes in each control parameter, i.e., changes in SRT and/or HRT had a direct impact on the treatment system's performance.

RÉSUMÉ

Ce rapport présente les résultats d'une étude sur le traitement des eaux usées de l'usine d'ennoblissement des tissus de la Dominion Textile Inc., à Magog. Les objectifs de l'étude étaient d'examiner le rendement d'un modèle réduit de station d'épuration à boues activées et aération prolongée, de reproduire les opérations de la station d'épuration existante et de dégager des critères de conception et d'opération d'installations d'épuration pour ce type d'eaux usées.

Si l'on s'en tient aux critères nord-américains, le temps de séjour recommandé pour le traitement d'influents ayant les mêmes caractéristiques est assez prolongé (3 à 4 jours). Lors des essais-pilotes, les meilleurs résultats correspondaient cependant à un temps de séjour hydraulique de 18 heures et un âge des boues de 30 jours. Le pH était maintenu entre 7 et 9, et l'apport de nutriants n'était pas limité. Dans de telles conditions, on est parvenu à supprimer les problèmes de mousse, et la décoloration de l'effluent était meilleure que celle obtenue à d'autres régimes de fonctionnement. Il faut retenir que la décoloration était essentiellement fonction de l'intensité de la couleur de l'influent. La production de solides variait entre 0,13 g et 0,21 g de solides volatiles par gramme de DCO éliminée, tout dépendant des conditions d'opération. La consommation d'oxygène par la masse de boues activées était de 0,2 mg d'O_2/mg de MVS, aux conditions d'opération optimales.

Toujours dans des conditions optimales, la teneur en solides en suspension (MSS) était inférieure à 20 mg par litre et la DCO était réduite de 80 p. 100. Aucune mortalité n'a été notée lors d'un essai de recherche de la toxicité pour la truite arc-en-ciel effectué en conditions statiques (TLm 96 h). Pour les essais sur modèle réduit (biostation-pilote), la température moyenne était de 21°C alors qu'elle était de 22°C dans le bassin d'aération existant.

Les résultats en conditions réelles corroborent ceux obtenus en unité-pilote. La simulation biologique sur modèle réduit s'est avérée un outil indispensable pour prévoir le rendement en conditions réelles. Les essais de répétabilité conduits en unité-pilote ont aussi montré que le procédé à boues activées était très stable.

Signalons pour terminer que le système de traitement à boues activées avait un rendement précis pour un mode d'opération précis. Toute modification, par exemple un changement du temps de rétention des solides (âge des boues) ou du temps de séjour hydraulique, influençait le rendement.

TABLE OF CONTENTS

		Page
ABSTRACT		iii
RÉSUMÉ		iv
LIST OF FIGURES		vii
LIST OF TABLES		viii
1	INTRODUCTION	1
2	OBJECTIVES OF THE STUDY	3
3	TEXTILE FINISHING PROCESSES	4
4	FULL-SCALE TREATMENT PLANT DESCRIPTION	5
5	EXPERIMENTAL PROGRAM	6
6	INFLUENT CHARACTERISTICS	7
6.1	Flow Rates	7
6.2	Wastewater Characteristics	7
7	RESULTS OF EXTENDED AERATION TREATMENT IN THE PILOT PLANT	13
7.1	COD Reduction	13
7.2	Suspended Solids Removal	13
7.3	Pilot Plant Stability	21
7.4	Simulation of Full-scale Conditions	23
7.5	Sludge Production and Oxygen Uptake	25
7.6	Colour Removal	25
7.7	COD Reduction and Colour Removal by Powdered Activated Carbon	29
7.8	Toxicity	29
8	APPLICATION OF PILOT-SCALE RESULTS TO FULL-SCALE TREATMENT PLANT	31
9	CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS	36
ACKNOWLEDGEMENTS		38
REFERENCES		39

		Page
APPENDIX A	PERFORMANCE TEST RESULTS	43
APPENDIX B	TOXICITY TEST RESULTS	51
APPENDIX C	MAJOR CHEMICALS USED IN DOMINION TEXTILE'S FINISHING MILL AT MAGOG	57

LIST OF FIGURES

Figure		Page
1	DAILY WASTEWATER FLOW VARIATION	8
2	CUMULATIVE FLOW RATE	8
3	COMPARISON OF INFLUENTS TO FULL-SCALE AND PILOT PLANTS	11
4	PILOT PLANT PERFORMANCE (HRT = 25 h, SRT = 32 d)	14
5	PILOT PLANT PERFORMANCE (HRT = 25 h, SRT = 40 d)	15
6	PILOT PLANT PERFORMANCE (HRT = 22 h, SRT = 32 d)	16
7	PILOT PLANT PERFORMANCE (HRT = 18 h, SRT = 32 d)	17
8	PILOT PLANT PERFORMANCE (HRT = 18 h, SRT = 21 d)	18
9	PILOT PLANT PERFORMANCE (HRT = 18 h, SRT = 40 d)	19
10	PILOT PLANT PERFORMANCE (HRT = 18 h, SRT = 32 d)	20
11	COD REMOVAL AS A FUNCTION OF F/M RATIO	21
12	EFFECT OF VARIATIONS IN HRT AND SRT ON ACTIVATED SLUDGE SYSTEM	22
13	PILOT PLANT PERFORMANCE DURING SIMULATION TESTS (HRT = 18 h, SRT = 32 d)	24
14	AVERAGE AERATION TANK pH	26
15	RELATIONSHIP BETWEEN SOLIDS RETENTION TIME AND F/M RATIO	27
16	COLOUR REMOVAL	28
17	REDUCTION IN TOTAL COD ACHIEVED BY ADDITION OF POWDERED ACTIVATED CARBON	30
18	TOTAL COD REMOVAL, FULL-SCALE TREATMENT PLANT	32
19	SUSPENDED SOLIDS REMOVAL, FULL-SCALE TREATMENT PLANT	33
20	pH FLUCTUATIONS, FULL-SCALE TREATMENT PLANT	35

LIST OF TABLES

Table		Page
I	WASTEWATER CHARACTERISTICS	9
2	SUMMARY OF OPERATING RESULTS	12
3	NITROGEN UPTAKE IN CONTROLLED CONDITIONS	25
4	OPERATION WITHOUT NUTRIENT ADDITION OR pH ADJUSTMENT: SUMMARY RESULTS	25
A1	PILOT PLANT SIMULATION RESULTS	43
A2	EFFECT OF SLUDGE AGE CONTROL ON FULL-SCALE TREATMENT PLANT PERFORMANCE	46
C1	MAJOR CHEMICALS USED IN DOMINION TEXTILE'S FINISHING MILL AT MAGOG	57
C2	DYES USED IN DOMINION TEXTILE'S FINISHING MILL AT MAGOG	58

1 INTRODUCTION

The textile industry is well established in Canada. There are close to 1000 mills in all, most of them located in Quebec and Ontario. Wastewaters from mills that are not connected to a municipal sewer system are either treated in separate treatment plants or discharged directly into a body of water.

Three areas of concern are associated with wastewaters from textile mills:

- the combined treatment of textile mill and domestic wastewater in municipal treatment plants;
- the design of treatment plants specifically for raw wastewater from textile mills;
- the operation and performance of these treatment systems.

It is generally acknowledged that raw wastewater generated by the textile industry lends itself to biological treatment, either by extended aeration or aerated lagoons (Alspaugh et al., 1979; Hutton and Robertaccio, 1979; Schaffer et al., 1979). However, determining criteria for system design and the best operating methods demands closer examination of the treatability of the wastewater. General design criteria can be established but the question of colour intensity is often overlooked, despite its importance.

Lessard (1981) maintained that the combined treatment of textile mill and domestic wastewater posed no particular problem provided that facilities were designed for a hydraulic retention time (HRT) of 15 hours and a solids retention time (SRT) of 20 days.

Lessard (1981) also pointed out that effluent colour removal depended essentially on the quantity and nature of the dyes in the wastewater. The Department of Textiles of Clemson University (1971) also found that biological treatment was suitable for raw wastewater from textile mills, either alone or in combination with domestic waste, but cautioned that some of the products used in the mill processes may be bioresistant or toxic. Clemson University claimed that 90% reduction in the five-day biochemical oxygen demand (BOD_5) can be expected provided that pH is kept within acceptable limits, the temperature remains relatively constant, organic matter is biodegradable, and nutrients are added.

The U.S. Environmental Protection Agency (1978) reported that activated sludge treatment with extended aeration was effective for treating wastewater from finishing mills if the treatment plant operated at an hydraulic retention time of three or

four days. The chemical oxygen demand (COD) and BOD_5 figures quoted by the U.S. EPA for the textile industry as a whole are of the same order of magnitude as the findings of this study. The reduction in BOD_5 seems to hover around 90% but COD removal is only 50% to 60%. A recent study published by Environment Canada (1982) concluded that BOD_5 and COD concentrations and the suspended solids content of wastewaters from Canadian and U.S. textile mills were similar.

The U.S. EPA (1978) also noted that textile mill wastewater is frequently deficient in nitrogen and that this must be remedied during treatment. Foaming is a frequent problem in extended aeration systems, requiring the use of antifoaming agents or powdered activated carbon. Activated carbon also helps to reduce BOD_5 and COD and to decolourize the wastewater.

Hutton and Robertaccio (1979) came to the same conclusions, adding that powdered activated carbon can effectively eliminate certain toxic components in this effluent. Similarly, Bettens (1979) demonstrated at the Desso Intermonde mill's biological treatment plant in Belgium that the use of powdered activated carbon (50 mg/L) substantially reduced COD and BOD_5 and helped remove colour.

U.S. literature indicates that the required retention time can be as long as three or four days and that foaming and nutrient deficiency are common problems. With such long hydraulic retention times, it is impossible to control the activated sludge process by means of solids retention time. Moreover, the technical documents consulted made no reference to the control methods used. The treatment plant considered in this study had an acute foaming problem which affected the entire aeration tank, and particularly the settling tanks. Solids retention time (sludge age) was not controlled and pH was not regularly adjusted to bring it within acceptable limits. The hydraulic retention time was approximately 18 hours and the influent had a marked nutrient deficiency. Analyses of two series of samples taken in March 1980 and October 1981 showed that COD and BOD_5 were reduced by about 60% and 78%, respectively. This was considered unsatisfactory.

2 OBJECTIVES OF THE STUDY

The purpose of the study was two-fold: to determine which biological treatment strategy provided the best results in terms of organic matter and colour removal, and to establish design and operating criteria for treatment facilities. The study involved:

a) determining influent characteristic and assessing the performance of the Dominion Textile Inc. treatment plant at Magog, Québec;

b) examining on a pilot-scale the biological treatability of such wastewater when sufficient nutrients were added and pH was controlled;

c) defining the best operating conditions and evaluating organic matter and colour removal;

d) operating the pilot plant without nutrient addition or pH adjustment, at the optimum solids retention time and hydraulic retention time, to determine whether nutrient supply or pH was the most influential parameter;

e) recommending operational improvements for the mill's treatment plant; and

f) assessing by laboratory tests the effectiveness of powdered activated carbon in reducing the organic loading in the effluent.

3 TEXTILE FINISHING PROCESSES

Operations at the Dominion Textile Inc. finishing mill at Magog, Quebec, fall into four categories: preparation, engraving and printing, dyeing, and finishing. Most of the wastewater originates in the preparation, dyeing and printing sectors of the mill. In 1980/81, the mill processed 33 000 tonnes of cotton fabrics and cotton and polyester blends, broken down as follows:

- printed fabrics 33%
- cotton twill 25%
- corduroy 20%
- dyed fabrics 17%
- white fabrics 5%

Cotton accounted for approximately 75% of total output and polyester for the remainder.

4 FULL-SCALE TREATMENT PLANT DESCRIPTION

Wastewater from the Magog finishing mill has been treated biologically since 1975. The treatment plant was designed to process 22 700 m^3 of wastewater per day, with a hydraulic retention time of 17.3 hours.

Coarse fibres are screened out and wastewater flow is controlled by a 45.7-cm (18-inch) Parshall flume. The aeration tank has a capacity of 16 300 m^3 and is fitted with seven surface aerators, four of which are in operation. Activated sludge is decanted into two secondary settling tanks set up in parallel. Sludge return is limited to a maximum of 50% of the rated flow. The plant has no sludge treatment facilities but the matter is under study.

Septic sludge is used, although the plant is equipped for automatic nutrient addition; pH is monitored only sporadically.

5 EXPERIMENTAL PROGRAM

For the purposes of this study, Dominion Textile installed in its Magog laboratory a 130-litre pilot unit similar in geometry to the existing full-scale plant, except that the bottom slope of the secondary settling tanks was changed to a more satisfactory 30°. The settling tanks were fitted with scrapers operating at 1.5 rpm. The pilot unit was fitted with air intakes and Masterflex peristaltic pumps for wastewater supply and sludge return. Ammonia nitrogen and phosphate were added in proportions of BOD:N:P of 100:5:1. Wastewater pH was maintained at 7.6. Once the best operating method had been determined, pH adjustment ceased, as did the addition of nutrients, in order to study how the unit behaved under conditions identical to those in the full-scale treatment plant. Before studies began, a series of tests were performed to check short-circuiting in the pilot unit aeration tank. In view of the test results, it was decided to install a baffle at the aeration tank outlet, and the number and location of air diffusers in the tank were determined.

pH and dissolved oxygen in the aeration tank were measured daily; rate of flow and nutrient levels were also monitored daily.

Wastewater characteristics and flow rates were determined twice, one series of measurements being taken at the start of the study and the other while it was under way, in order to taken into account changes in textile finishing processes. Comparisons were also made of influent quality at the full-scale plant and the pilot unit.

All analyses of suspended solids and mixed liquor were done at the company's Magog laboratory, while the Environment Canada laboratory at Longueuil analysed COD, BOD_5 and other parameters. Samples were sent by courier.

6 INFLUENT CHARACTERISTICS

6.1 Flow Rates

Before drawing up the experimental program, the variations that could be expected in hydraulic loading had to be evaluated. An Esterline Angus pneumatic flow meter was therefore installed on the Parshall flume to measure flow variations during one month. Measurements were then compared with the plant integrator's data to determine the most representative supply method for the pilot plant.

The values provided by the integrator were, on average, 10% below those of the pneumatic flow meter; this was considered acceptable. Analysis of integrator data for the 12 months from October 1979 to October 1980 showed that flow averaged 23 911 m^3 (5.26 million gallons) a day, for an average hydraulic retention time of 16 hours. The latter ranged from a minimum of 13 hours to a maximum of 42 hours.

Figure 1 shows hourly fluctuations in the wastewater flow rate on a typical day and Figure 2 the cumulative flow for one day. As evidenced by the straight line shown in Figure 2, it was not necessary to equalize input flows. The data indicate that treatment should not be affected adversely by weekend shutdowns in production between 5 pm on Saturdays and midnight on Sundays.

It was decided, on the basis of these conclusions, that the pilot plant could be supplied at a steady rate of flow seven days a week.

6.2 Wastewater Characteristics

The finishing mill wastewater characteristics are listed in Table 1.

The first series of measurements were taken in March 1980. Whey and septic sludge were then being used as nutrients; the whey being added directly to the aeration tank. A persistent foam covered the clarifiers and aeration tank, and several sludge balls were floating in the latter. The wastewater was high in phosphates and only a small proportion of the organic nitrogen in the influent was being used.

The second series of measurements (October 1981) showed a high uptake of available influent nitrogen after the addition of whey was discontinued, and a substantial drop in the phosphate content of the wastewater effluent.

Since the Dominion Textile plant was not equipped for sludge treatment, sludge was not being removed regularly. Instead, it was fully recycled in the aeration tank, and the system self-stabilized by discharging part of the sludge along with the

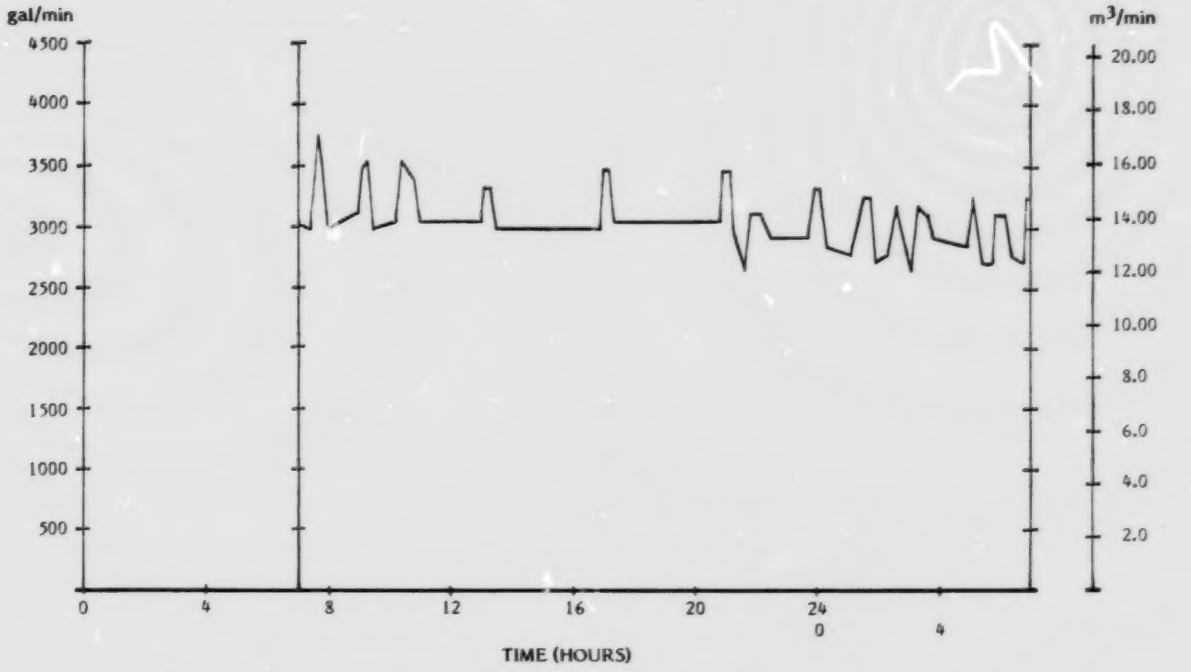


FIGURE 1 DAILY WASTEWATER FLOW VARIATION

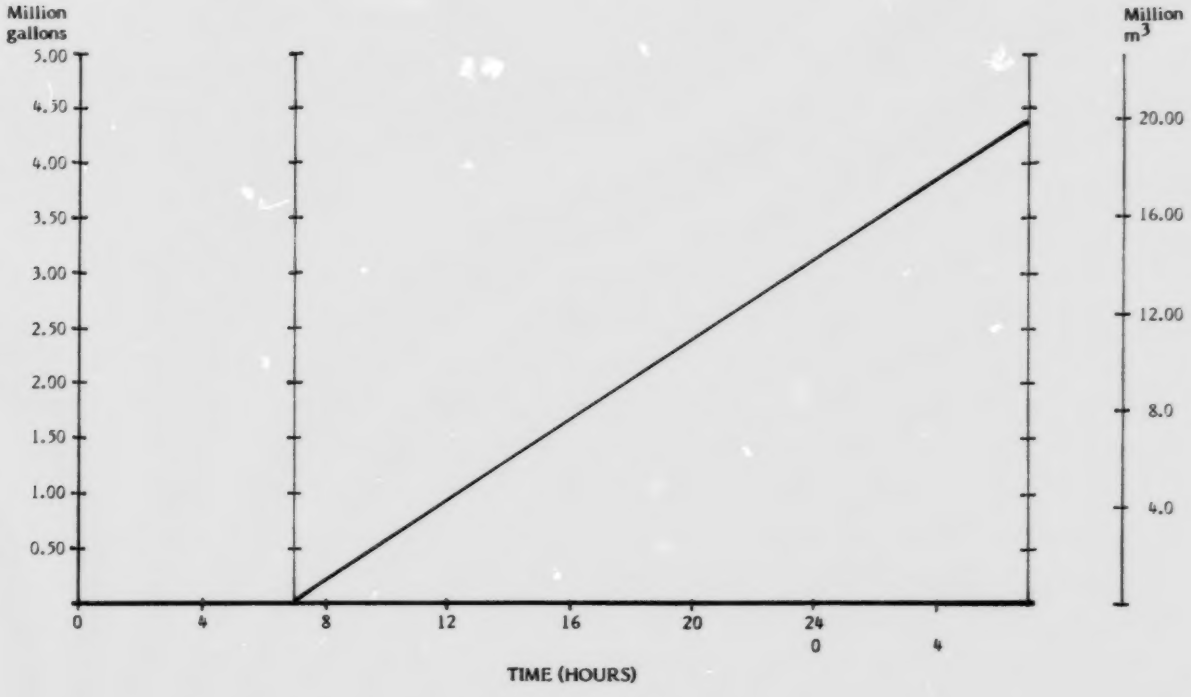


FIGURE 2 CUMULATIVE FLOW RATE

TABLE 1 WASTEWATER CHARACTERISTICS

Date		Parameters* (mg/L) COD	BOD_5	SS	O&G	PO_4	TKN	NH_3	TOC	Alk.
1st series of measurements										
05/03/80	Influent	740	320	90	19	0.36	15	0.6	62	165
	Effluent	470	130	84	10	2	10	0.4	150	365
06/03/80	Influent	740	300	50	60	0.98	15	1.1	280	290
	Effluent	390	93	75	6	1.8	5	0.3	120	330
07/03/80	Influent	780	310	59	14	2	7.5	0.9	270	300
	Effluent	270	60	60	8	1.7	7.5	0.4	130	350
08/03/80	Influent	700	360	48	16	1.1	10	0.6	240	255
	Effluent	390	79	69	6	1.4	10	0.4	120	360
09/03/80	Influent	350	150	50	11	1.6	10	1.4	120	165
	Effluent	270	36	54	24	1.5	10	0.6	70	310
10/03/80**	Influent	120	63	16	5	0.78	10	0.2	40	240
	Effluent	270	83	57	8	1.7	10	3.8	87	310
Average flow rate	14 530 m^3/d									
2nd series of measurements										
27/10/81	Influent	1100	640	160	-	1.4	10	2.1	360	1280
	Effluent	300	180	27	-	0.12	3	0.1	88	740
28/10/81	Influent	1100	740	200	-	1.3	15	0.9	420	1100
	Effluent	360	200	26	-	0.05	3	0.1	120	1000
29/10/81	Influent	940	510	170	-	0.96	9	0.8	370	830
	Effluent	430	220	56	-	0.12	5	0.1	140	1100
Average flow rate	19 295 m^3/d									

Influent COD/BOD_5 ratio = 1.94; COD/TOC = 3.04.

* COD = Chemical oxygen demand; BOD_5 = 5-day biochemical oxygen demand; SS = Suspended solids; O&G = Oil and grease; PO_4 = Phosphate; TKN = Total kjeldahl nitrogen; NH_3 = Ammonia (nitrogen); TOC = Total organic carbon; Alk. = Alkalinity (as $CaCO_3$)

** Mill operations stop at 5 pm on Saturdays and resume at midnight on Sundays, which may explain the discrepancy in the measurements taken on March 10, 1980. That was a Monday, and the composite samples were collected at 8 am.

treated effluent. The resulting high solids retention time (approximately 50 days) produced highly coloured wastewater with a high suspended solids content.

This resulted in the aeration and the settling tanks being covered with thick foam. Moreover, pH exceeded 9.5.

The COD_t/BOD_t ratio was approximately 1.94, slightly higher than the norm for domestic wastewater. The COD/TOC ratio was 3.04. The pilot plant was fed daily with influent consisting of a composite sample taken over a two-hour period. This method was chosen because the installation of a direct feed pipe would have been too costly. As shown in Figure 3, the influent fed to the pilot plant was remarkably similar in quality to the influent at the full-scale plant and was considered representative both in terms of daily COD fluctuations and total COD concentration.

In accordance with the objectives of the study and the operating constraints of the full-scale treatment plant, the program was confined to exploring a range of operating conditions until the best combination was identified. Tests began using solids retention times (SRT) of 32 and 40 days and a hydraulic retention time (HRT) of 25 hours. Adjustments were made by altering the parameter that seemed most influential until the best combination was found. Results are shown in Table 2.

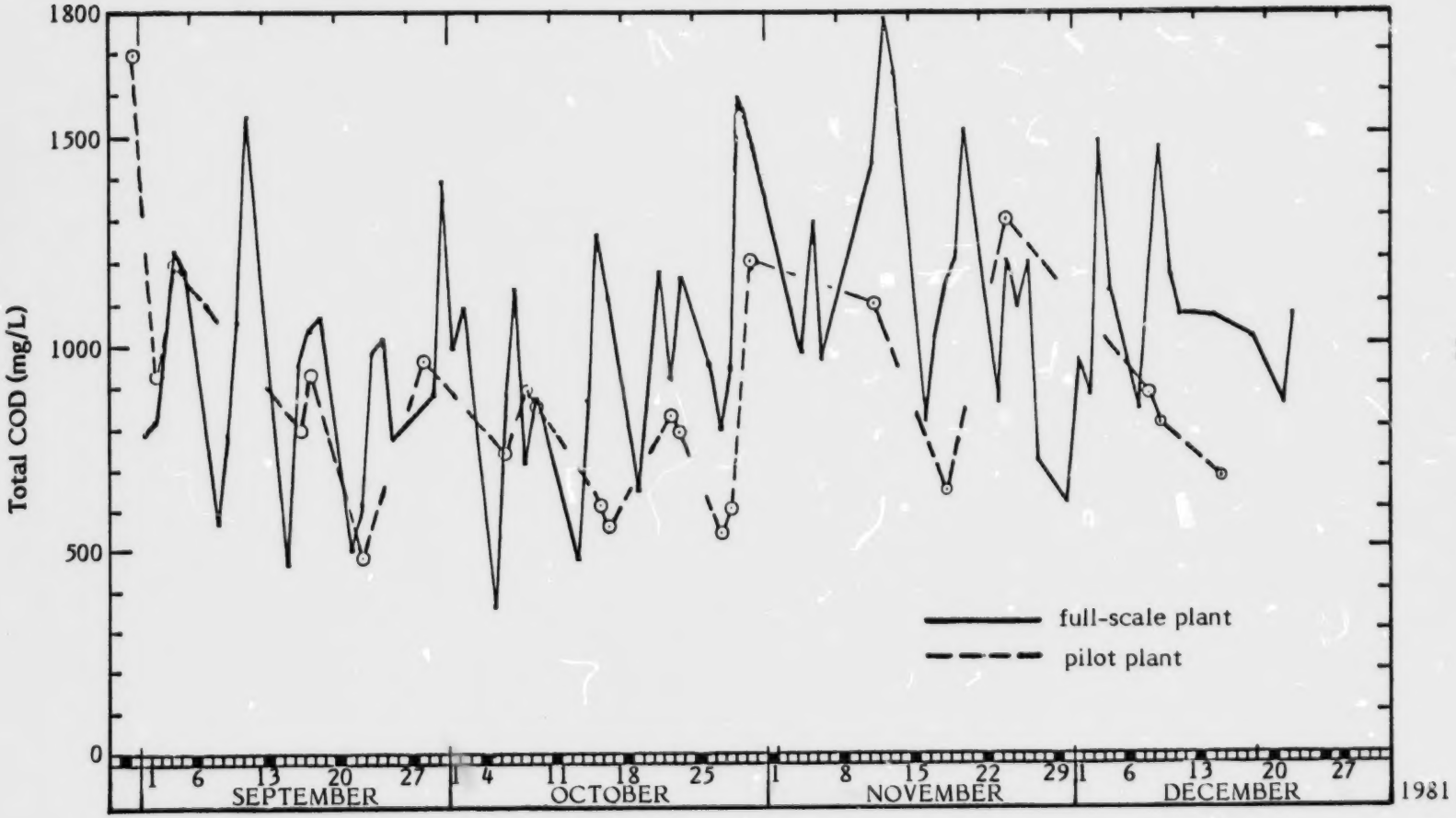


FIGURE 3 COMPARISON OF INFLUENTS TO FULL-SCALE AND PILOT PLANTS

TABLE 2 SUMMARY OF OPERATING RESULTS

Date	Mixed liquor* (g/L)	SRT (days)	HRT (h)	Sludge grown (g/d)	Influent COD (mg/L)	Effluent COD (mg/L)	COD Removed (g/d)	F/M Ratio	g Sludge grown/ g COD removed	Effluent suspended solids* (mg/L)	COD removal (%)
28/07 to 16/08/80	2.7	32	25	11.6	660	190	59.5	0.17	0.195	70	71
25/08 to 12/09/80	3.4	40	25	11.2	759	233	66.5	0.15	0.17	60	69.5
20/10 to 07/11/80	2.7	32	22	12.2	640	185	64	0.18	0.19	35	71
23 to 27/03, 13 to 16/04 24 to 01/05/81	4.6	32	22	20.3	856	189	94	0.16	0.21	40	78
18/05 to 15/06/81	4.4	32	18	19.6	845	140	122	0.21	0.16	13	83.5
22/06 to 09/07/81	3.3	21	18	22.8	783	153	109	0.25	0.21	28	80.5
01/09 to 02/10/81	4.6	40	18	15	818	131	119	0.2	0.13	33	84
13/10 to 30/10/81	3.9	32	18	16	680	165	89	0.18	0.18	15	77
07/11 to 18/12/81 No pH/N ajustment	5.8	30	18	25.4	983	220	132	0.18	0.19	17	78

* Volatile.

7 RESULTS OF EXTENDED AERATION TREATMENT IN THE PILOT PLANT

7.1 COD Reduction

Following a period of acclimatization of the activated sludge to a steady input of nutrients, the system operated without interruption from July 28, 1980, to November 7, 1980. During this period, system operation was evaluated at hydraulic retention times of 25 and 22 hours and solids retention times of 32 and 40 days. Pilot plant tests had to be virtually discontinued from November 8, 1980, to May 1, 1981, because of mechanical defects, overflows caused by clogged pipes, power failures, and repairs to settling tank scrapers. Thereafter, tests continued without interruption until December 18, 1981.

Figures 4 to 10 show the pilot plant performance under a range of operating conditions. The following points are worth noting:

a) Despite variations in influent COD, fluctuations in the effluent COD were buffered.

b) Within the narrow margins of 20 to 40 days sludge retention time, hydraulic retention time was the primary factor in COD removal. There is, however, an optimum combination within that range.

c) System efficiency was increased when the HRT was reduced from 25 hours to 18 hours.

d) COD removals of up to 80-84% can be achieved with SRTs of 20, 30 and 40 hours and an HRT of 18 hours.

e) System performance as a function of the food-to-microorganism (F/M) ratio is shown in Figure 11. Reductions in total COD are greatest when the ratio is 0.20 or more.

7.2 Suspended Solids Removal

Figures 4 to 10 also show the suspended solids content of the effluent. The results indicate that:

a) Reducing the HRT from 25 hours to 18 hours has a marked effect on floc quality, flocculation and settling properties, and system stability. Effluent characteristics become much more stable as optimum conditions are approached.

b) Solids retention time has a considerable effect on flocculation characteristics, which improve substantially as optimum sludge age is approached. The effect of HRT and sludge age on system performance is shown in Figure 12.

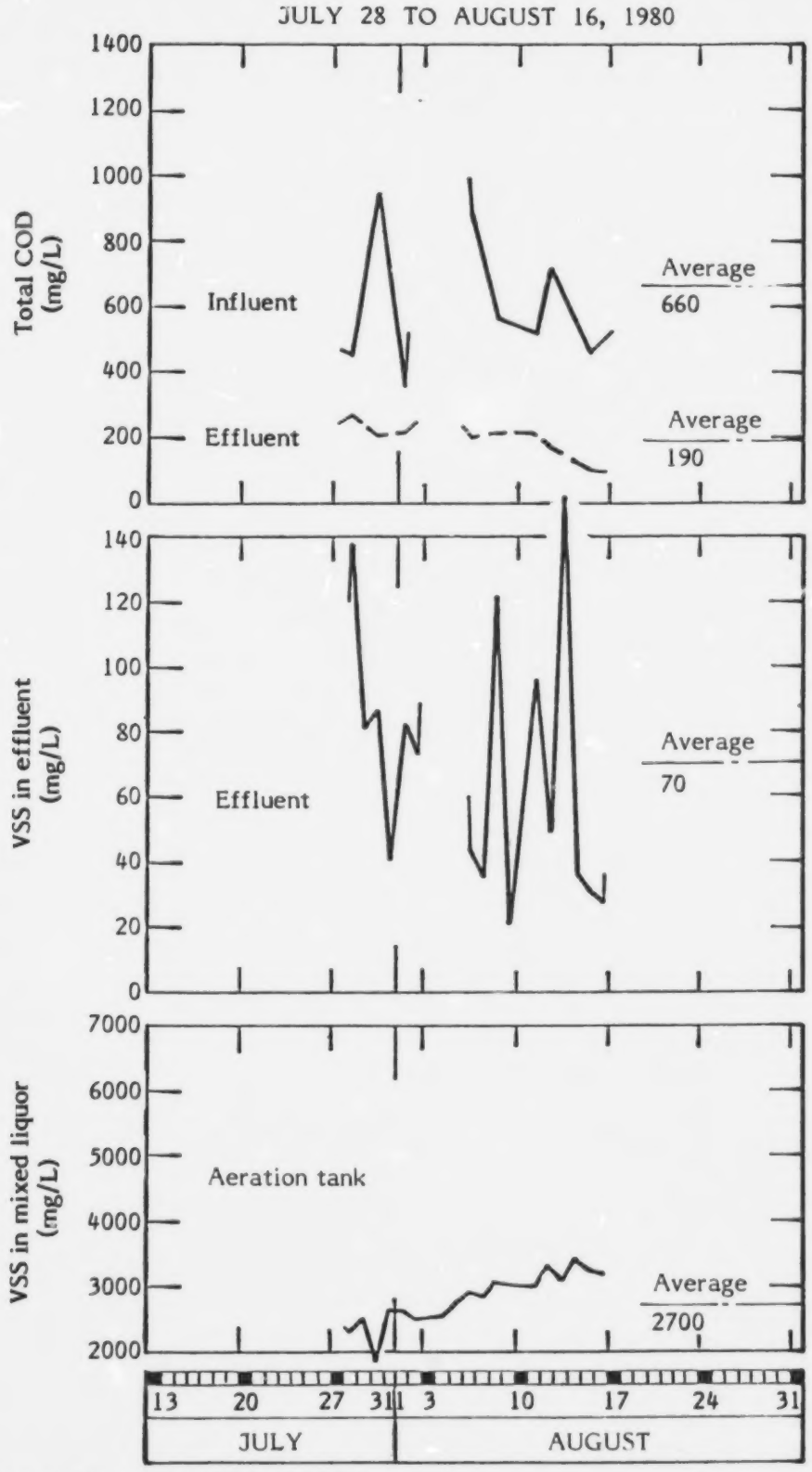


FIGURE 4 PILOT PLANT PERFORMANCE
(Hydraulic retention time = 25 h; solids retention time = 32 d)

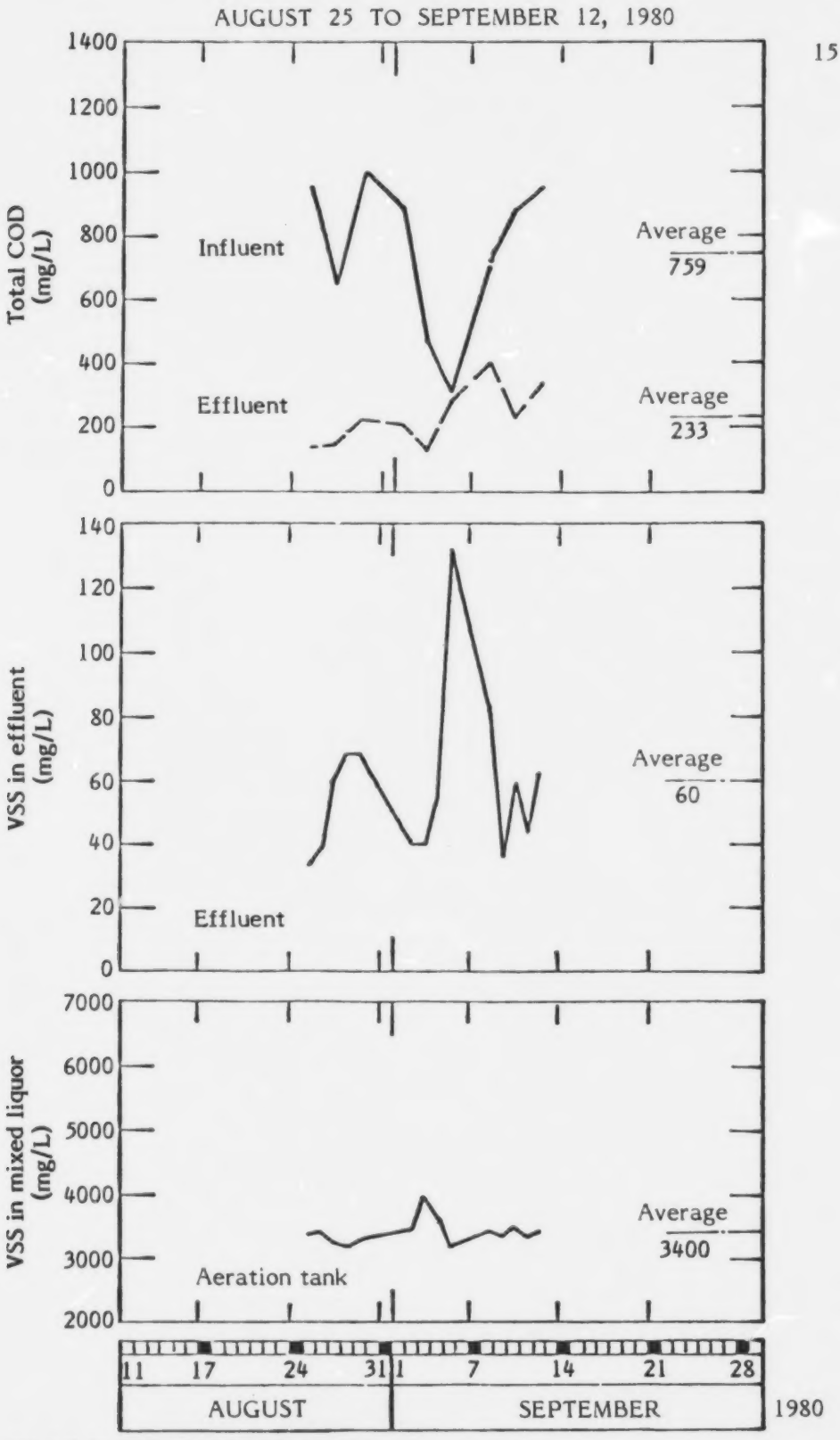


FIGURE 5 PILOT PLANT PERFORMANCE
(Hydraulic retention time = 25 h; solids retention time = 40 d)

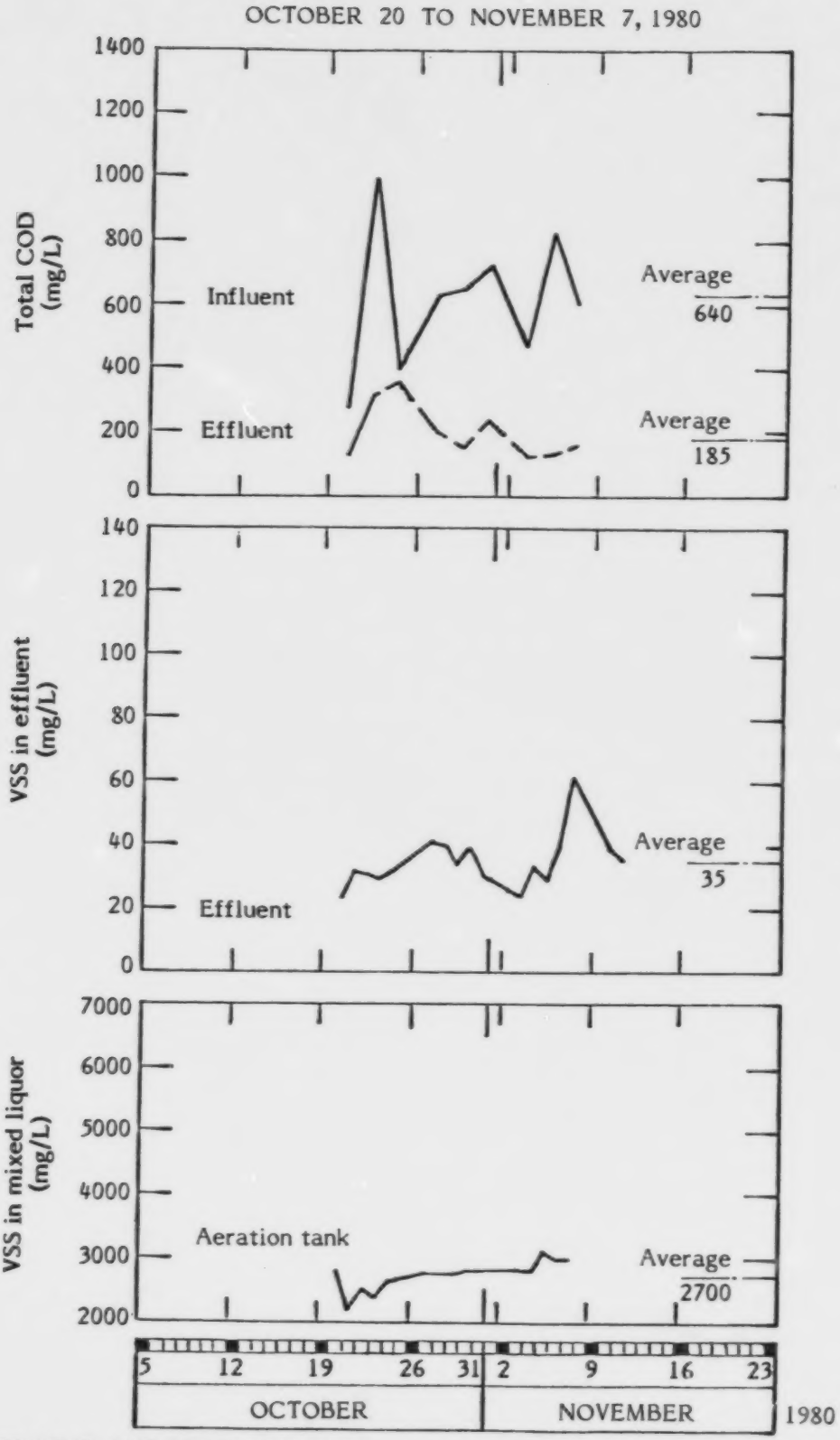


FIGURE 6 PILOT PLANT PERFORMANCE
(Hydraulic retention time = 22 h; solids retention time = 32 d)

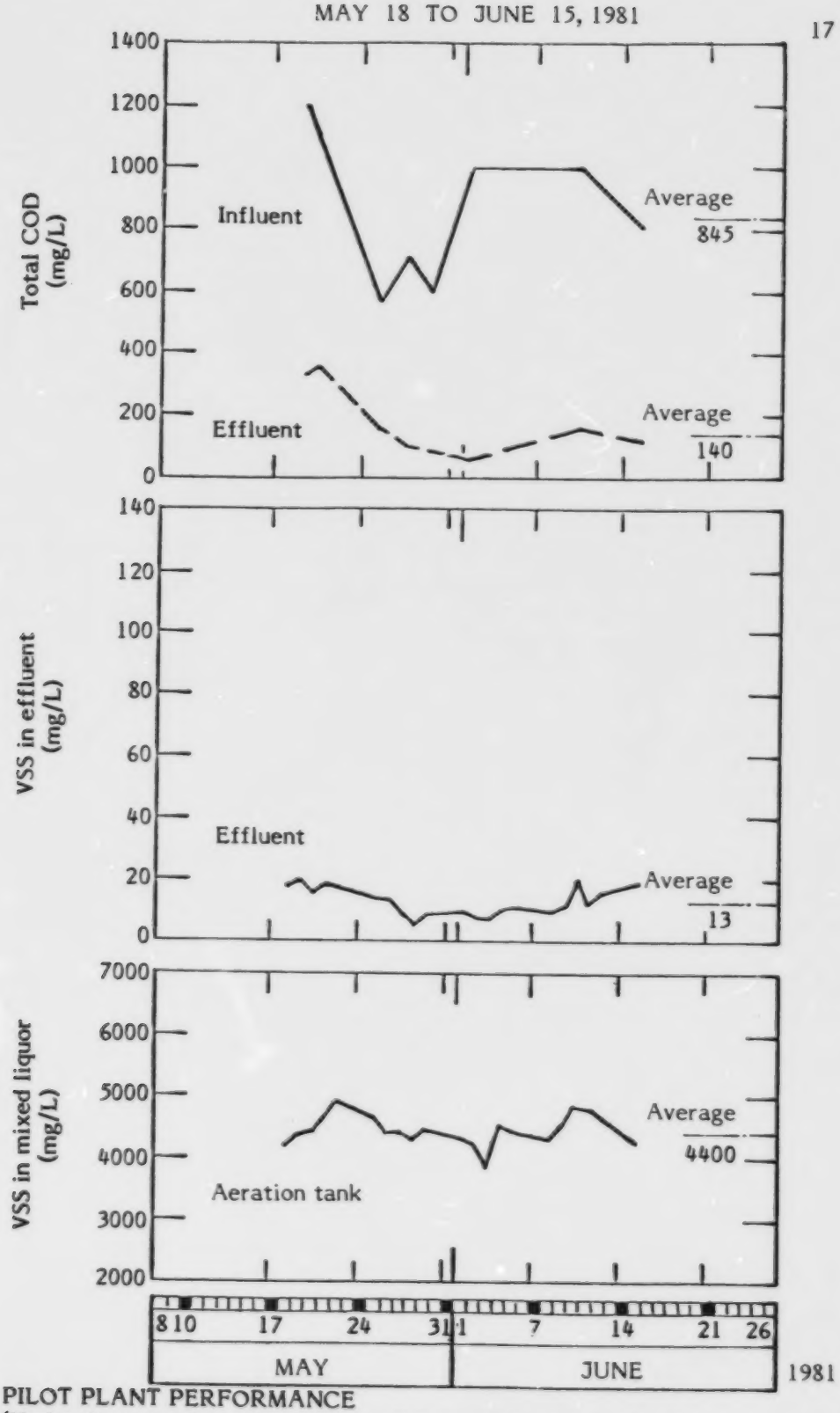


FIGURE 7 PILOT PLANT PERFORMANCE
(Hydraulic retention time = 18 h; solids retention time = 32 d)

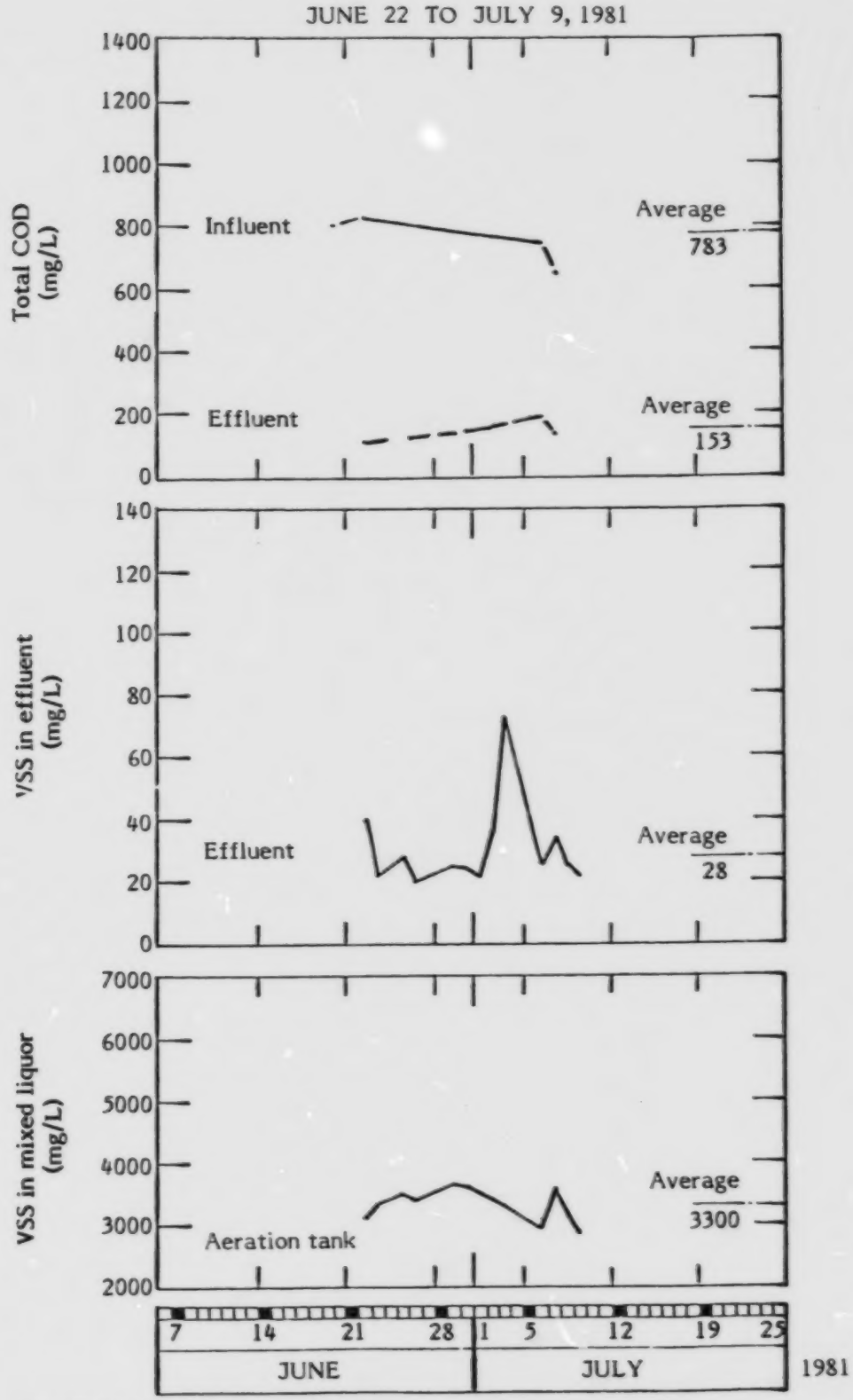


FIGURE 8 PILOT PLANT PERFORMANCE
(Hydraulic retention time = 18 h; solids retention time = 21 d)

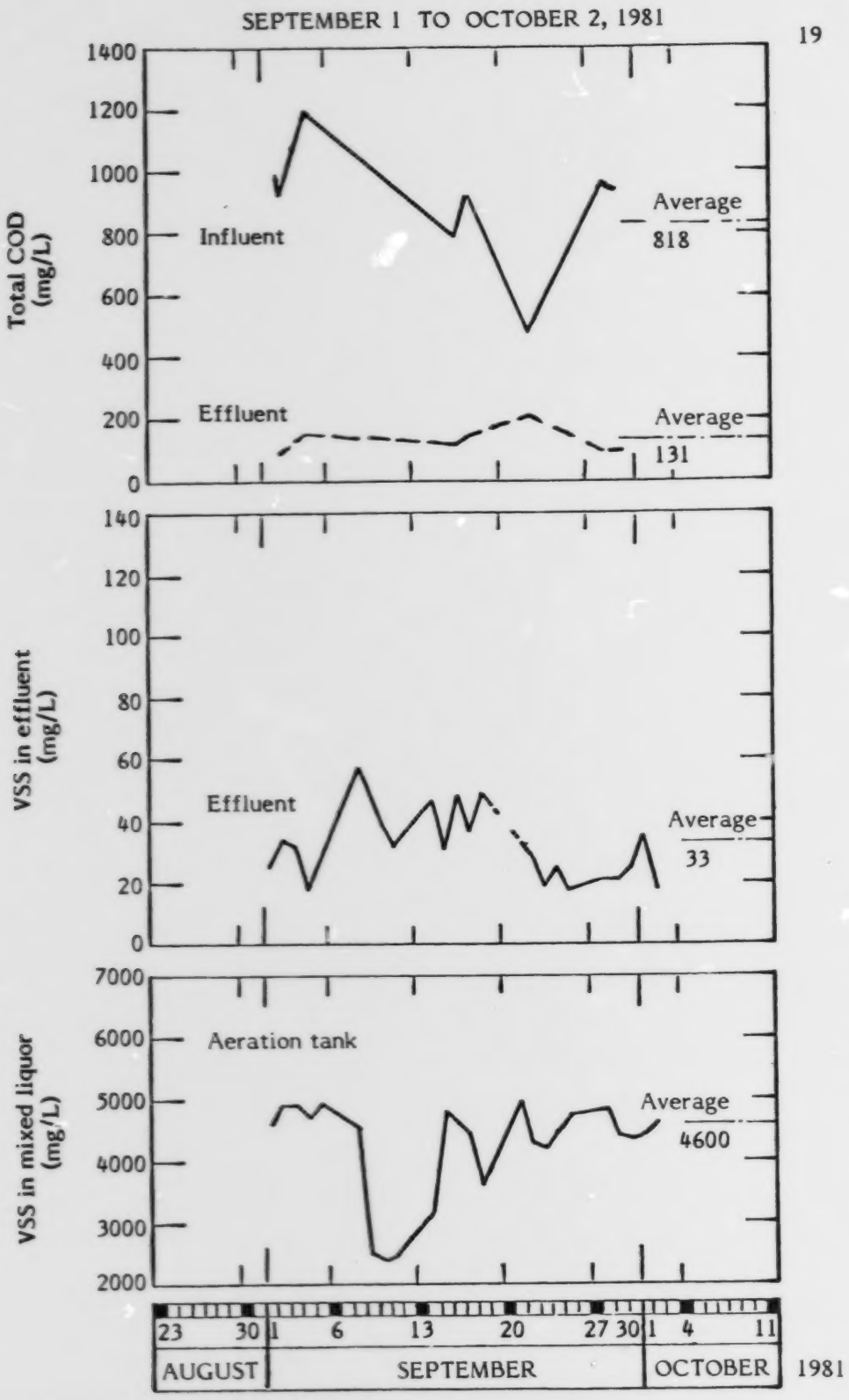


FIGURE 9 PILOT PLANT PERFORMANCE
(Hydraulic retention time = 18 h; solids retention time = 40 d)

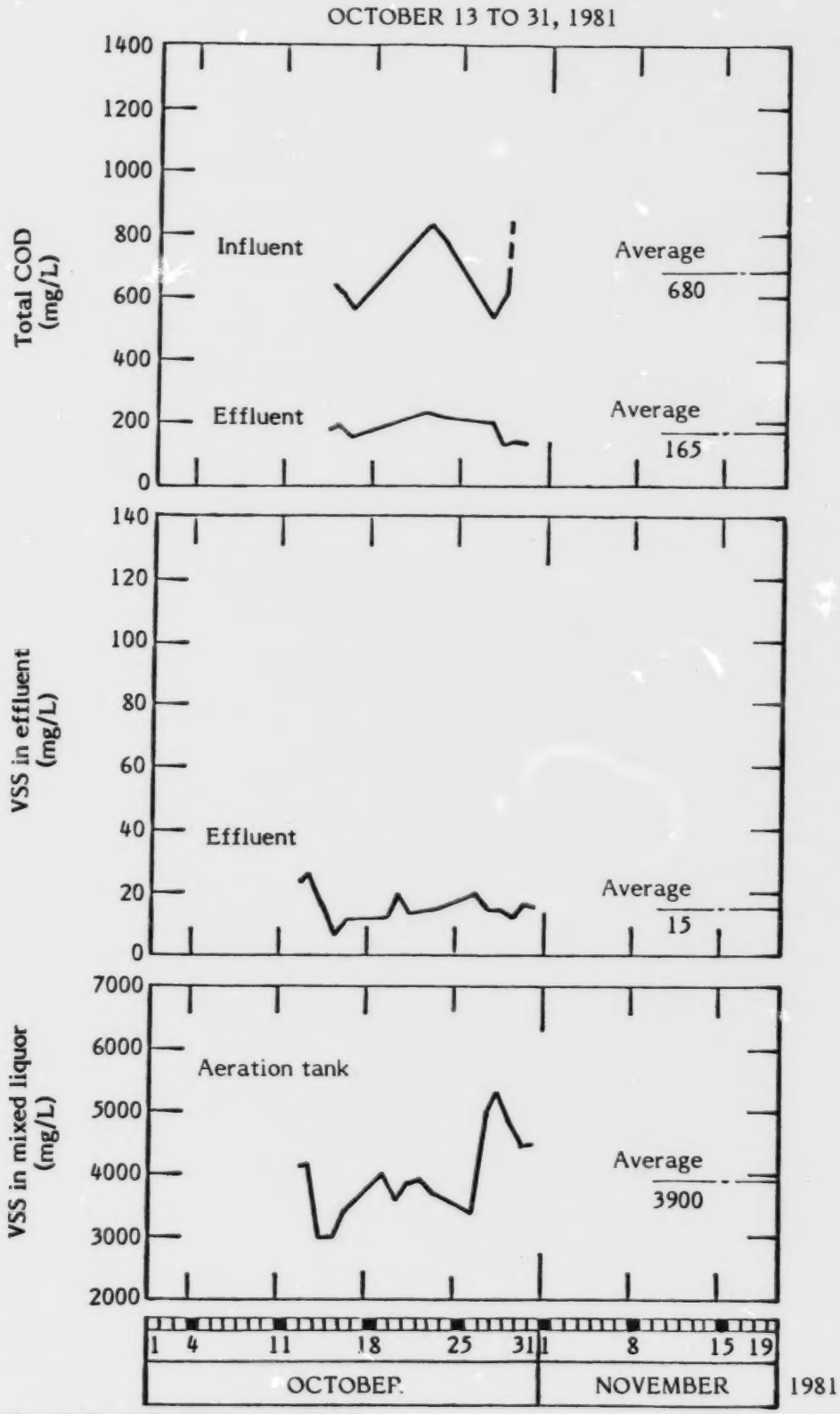


FIGURE 10 PILOT PLANT PERFORMANCE
(Hydraulic retention time = 18 h; solids retention time = 32 d)

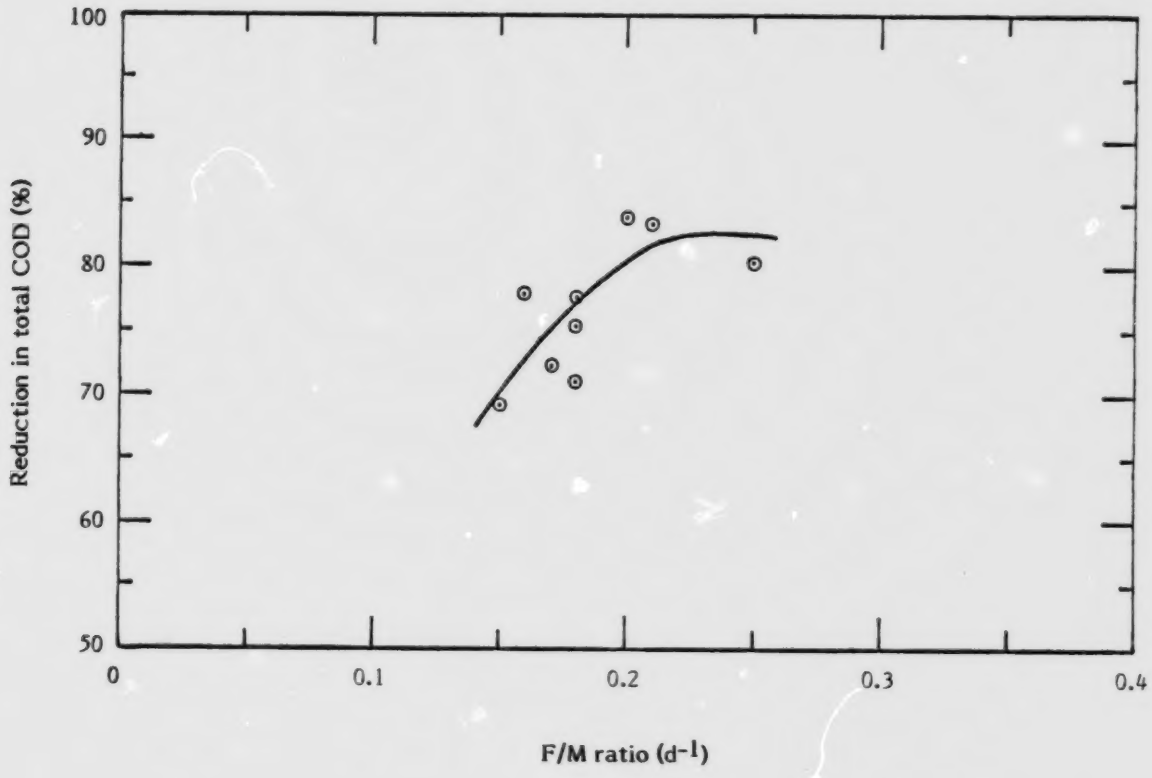


FIGURE 11 COD REMOVAL AS A FUNCTION OF F/M RATIO

c) System control was particularly difficult at an HRT of 25 hours. Insufficient sludge was produced and it was consequently impossible to maintain an SRT of more than 40 days.

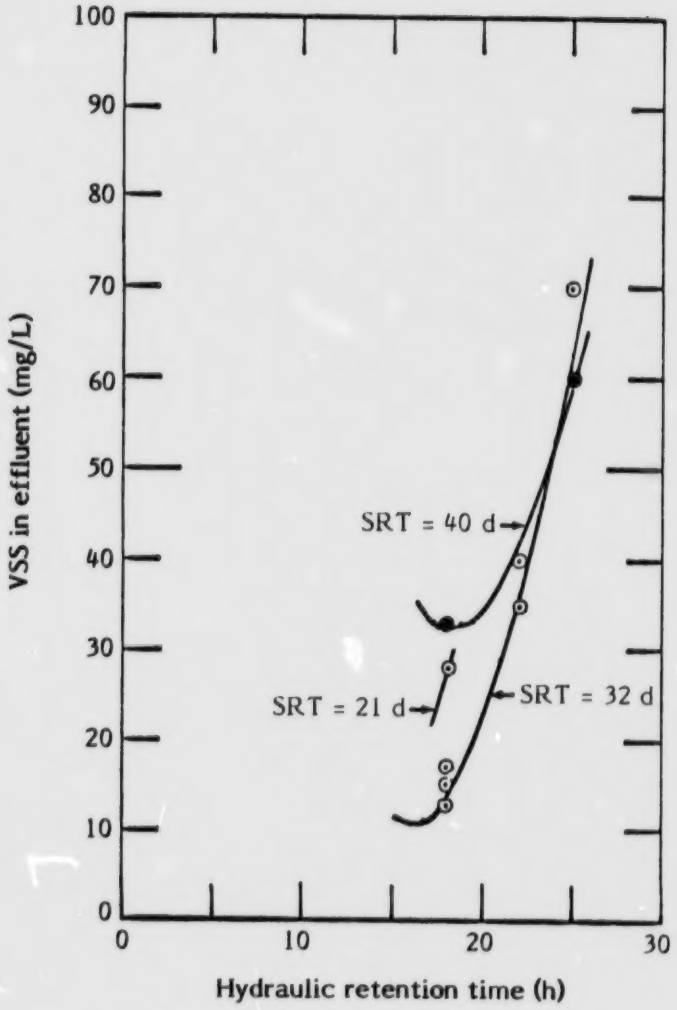
d) The best results were obtained with an SRT (sludge age) of 32 days and an HRT of 18 hours.

7.3 Pilot Plant Stability

The pilot plant proved extremely flexible and stable under test conditions. Two reproducibility tests were done to corroborate results and check unit response.

Table 2 summarizes the results of reproducibility experiments run at an SRT of 32 days and HRTs of 22 h and 18 h, respectively.

The system responded well to daily fluctuations in organic load.



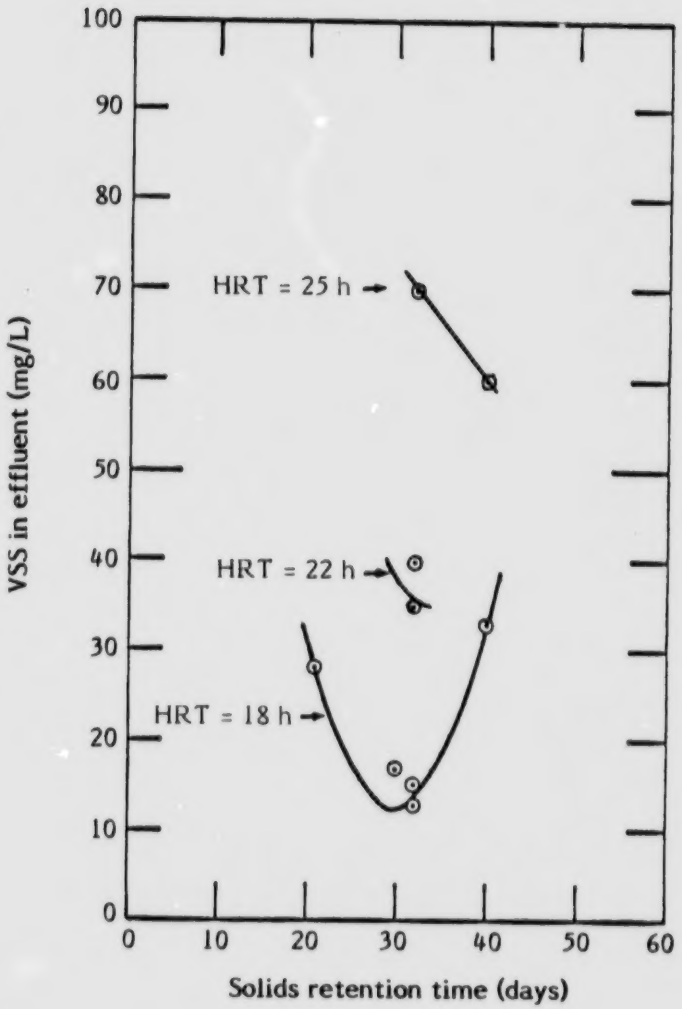


FIGURE 12 EFFECT OF VARIATIONS IN HRT AND SRT ON ACTIVATED SLUDGE SYSTEM

7.4 Simulation of Full-scale Conditions

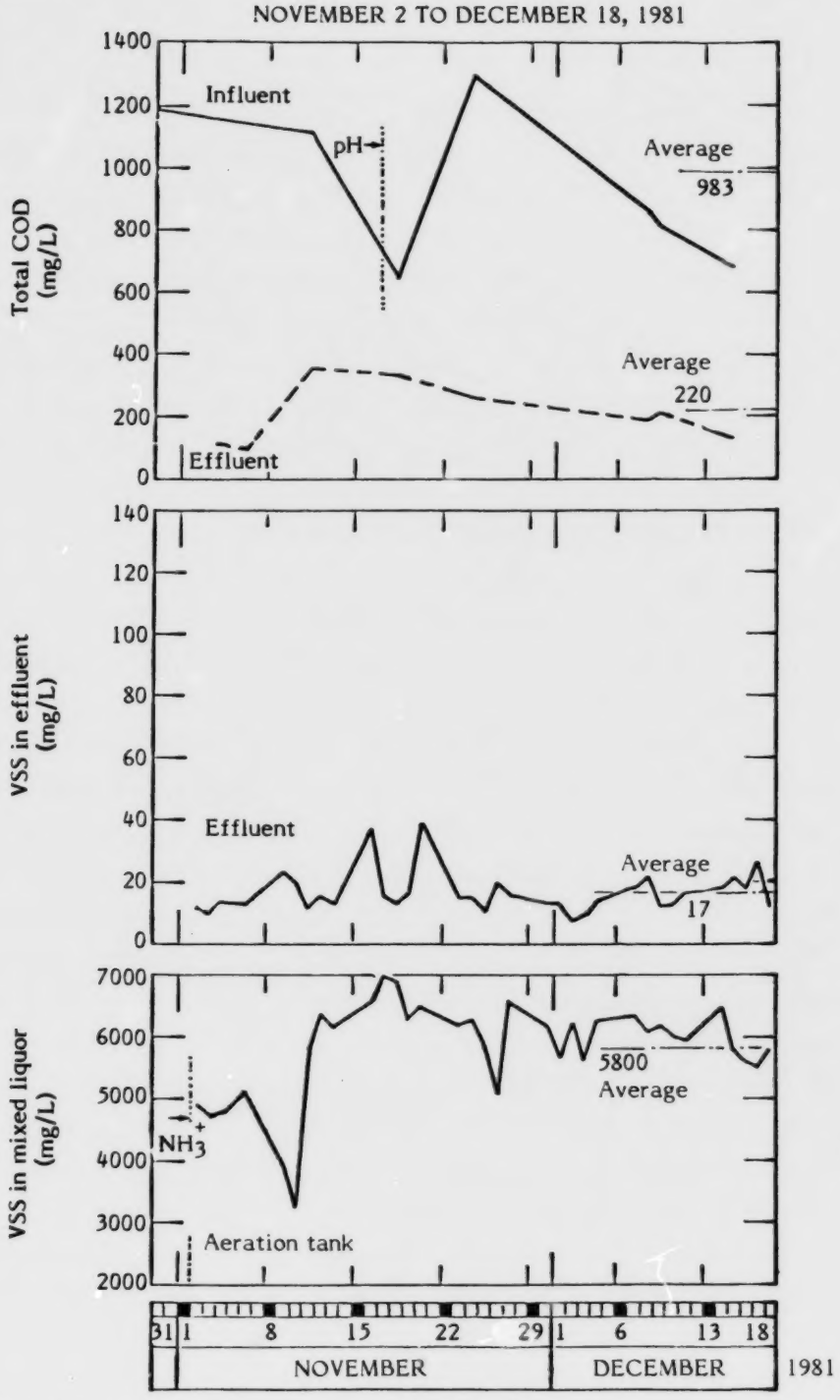
A series of simulation pilot plant tests was carried out to evaluate the full-scale system performance in optimum conditions (SRT and HRT controlled) but without adding nitrogen and phosphorus or adjusting the pH. As stated earlier, sludge age was not controlled at full-scale, pH was not neutralized and septic sludge was used as the nutrient. Table A1 (see Appendix A) shows how the unit behaved from September 1, 1981, to December 22, 1981.

The simulation tests were done after optimum operating conditions had been determined. The purpose was to assess the effectiveness of pilot plant treatment in what were felt to be optimum conditions of a 32-day SRT and an 18-hour HRT, first without adding nutrients and then without adjusting the pH. The results (Figure 13) show that the absence of nutrients and pH control had no apparent adverse effect, despite a 30% organic overload.

From the end of October to November 8, 1981, the COD of the raw wastewater increased from an average of 680 mg/L to 983 mg/L, while the volume of activated sludge in the aeration tank rose from 3900 mg/L to 5800 mg/L. This overload caused foaming over the entire aeration tank and an increase in oxygen requirements. After this transient shock occurred, the activated sludge system stabilized and the foam disappeared completely. The suspended solids content of the wastewater rose slightly and averaged 17 mg/L. COD reduction efficiency was approximately 78%, with a filtered effluent average of 220 mg/L. Unfortunately, few samples were collected for nitrate analysis. The nitrogen balance indicated that available nitrogen was being used for biosynthesis, leaving an unavailable residue of 3 mg/L of TKN-N. Results also indicated that nitrification did not occur.

During the simulation tests, the BOD_5/N ratio was 100:2, substantially lower than the usual 100:5 or 100:7 reported in the previous two series of tests, when there was an adequate supply of nutrients, an hydraulic retention time of 18 hours, and a solids retention time of 40 days in one series and 32 in the other.

The results are shown in Tables 3 and 4. Figure 14 shows how the system responded without pH neutralization. It appeared that no adverse effect resulted and that the buffering effect was good. From November 17 to December 18, 1981, pH averaged 7.6, as it did during the tests when neutralization at 7.2-7.5 was used.



November 16: Influent neutralization (by H_2SO_4) ceases.
November 1: Addition of nutrients ($(NH_4)_2HPO_4$) to mixed liquor ceases.

FIGURE 13 PILOT PLANT PERFORMANCE DURING SIMULATION TESTS
(Hydraulic retention time = 18 h; solids retention time = 32 d)

TABLE 3 NITROGEN UPTAKE IN CONTROLLED CONDITIONS

Date	SRT (days)	HRT (h)	BOD_5 (mg/L)	Nitrogen uptake (mg/L)	BOD/N ratio
13/10 to 30/10/81	32	18	170	13	100:7
1/09/81 to 2/10/81	40	18	370	35	100:5

TABLE 4 OPERATION WITHOUT NUTRIENT ADDITION OR pH ADJUSTMENT: SUMMARY RESULTS

Date	Parameter	Influent (mg/L)	Effluent (mg/L)	Composite samples
6/11/81 to 15/12/81	Total COD	983	243	6
	Filtered COD	656	220	6
	Total BOD_5	350	18	6
	Filtered BOD_5	310	17	6
	TKN-N	9	3	5
	NO_2/NO_3-N	0.7	0.63	3
	NH_3-N	0.3	0.1	5
	PO_4-P	0.9	0.5	5

BOD_5/N ratio = 100:2

7.5 Sludge Production and Oxygen Uptake

Figure 15 shows the relationship between sludge production and the F/M ratio, giving the equation 1/SRT = 0.2 F/M - 0.006.

Sludge production is calculated at 0.2 g of solids per gram of COD removed. This figure includes the sludge lost in the form of suspended solids in the wastewater after secondary settling. Tests to determine oxygen uptake by the biomass at optimum conditions showed that consumption was approximately 0.2 mg of O_2/day per gram of mixed liquor.

7.6 Colour Removal

The effectiveness of biological treatment in removing colour was assessed from September 1 to December 1, 1981. This evaluation was done at the same time as the

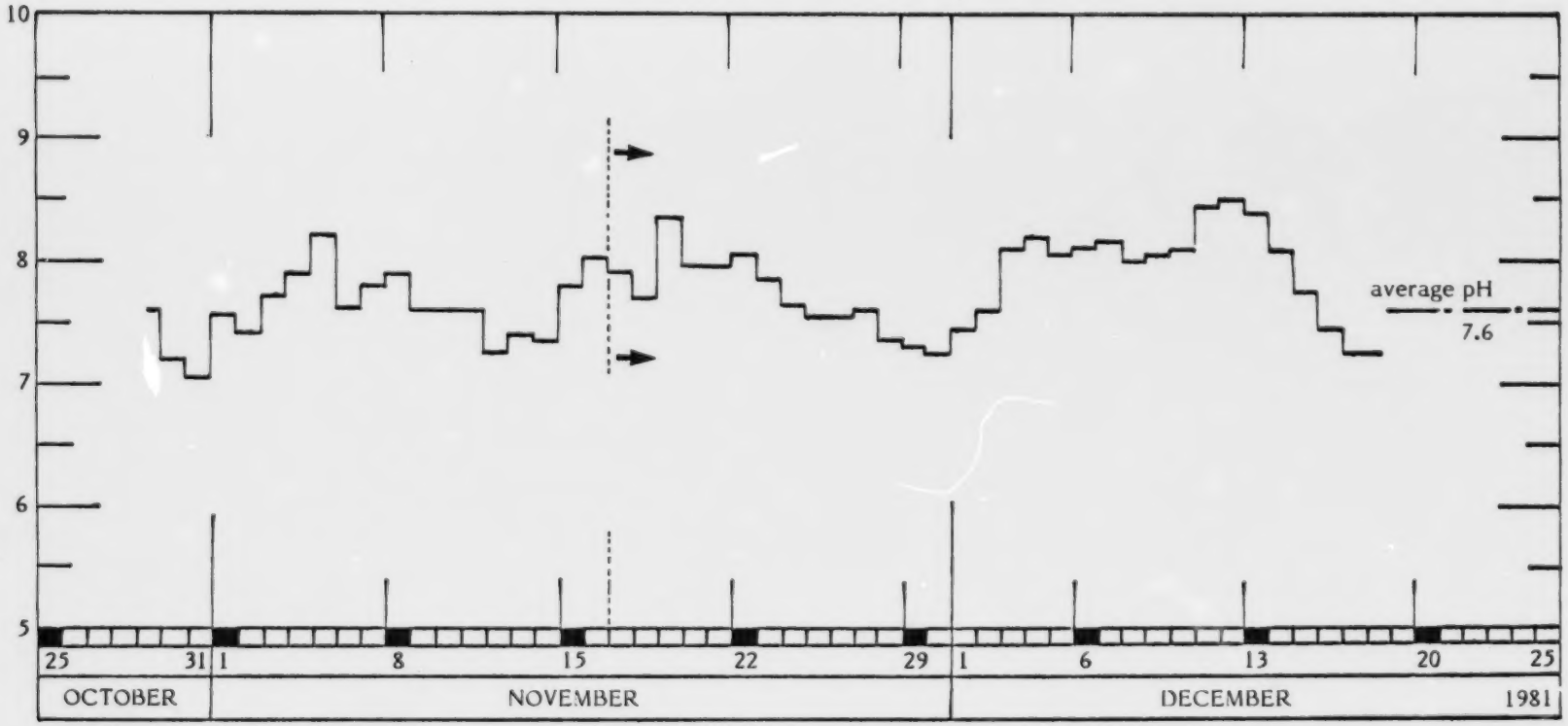


FIGURE 14 AVERAGE AERATION TANK pH
(Influent neutralization ceased November 17, 1981)

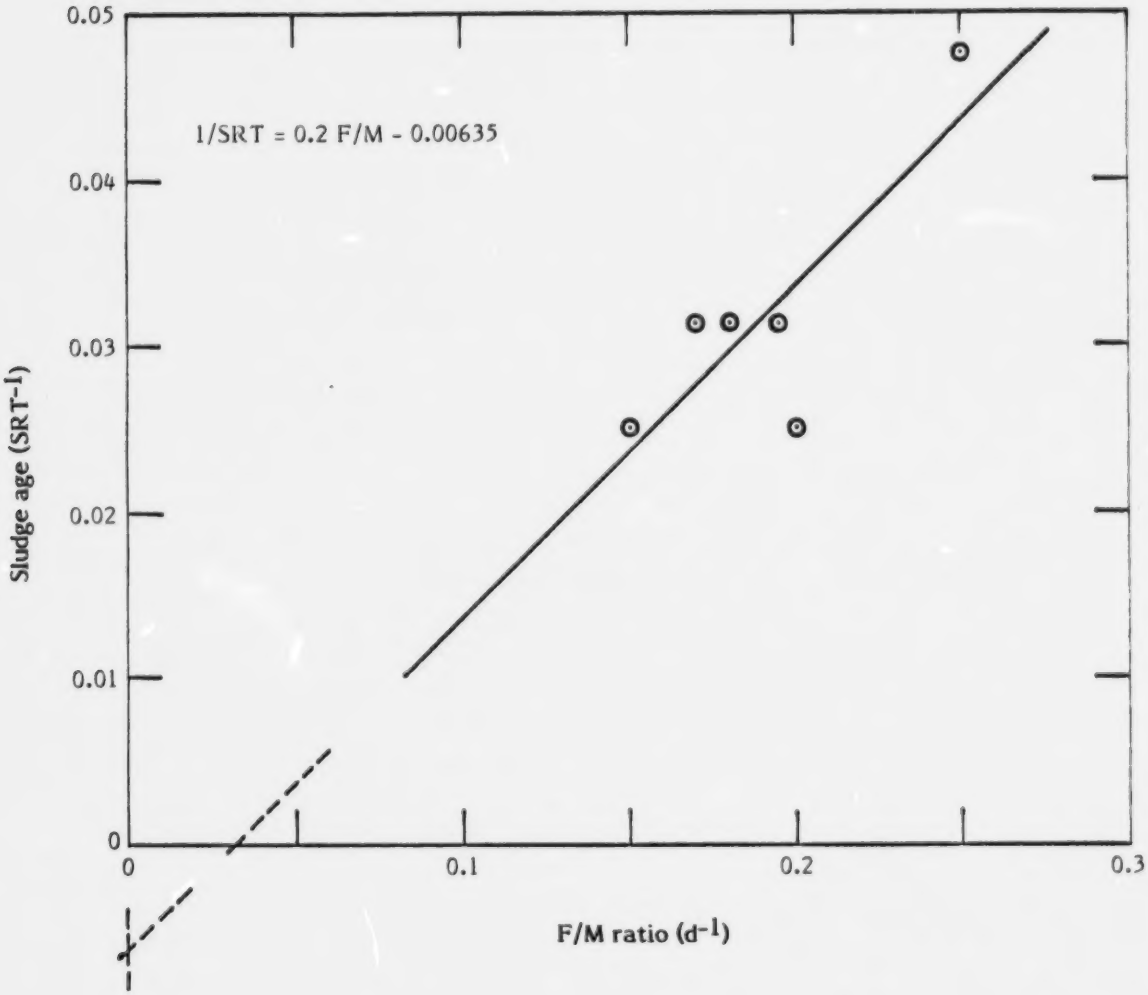
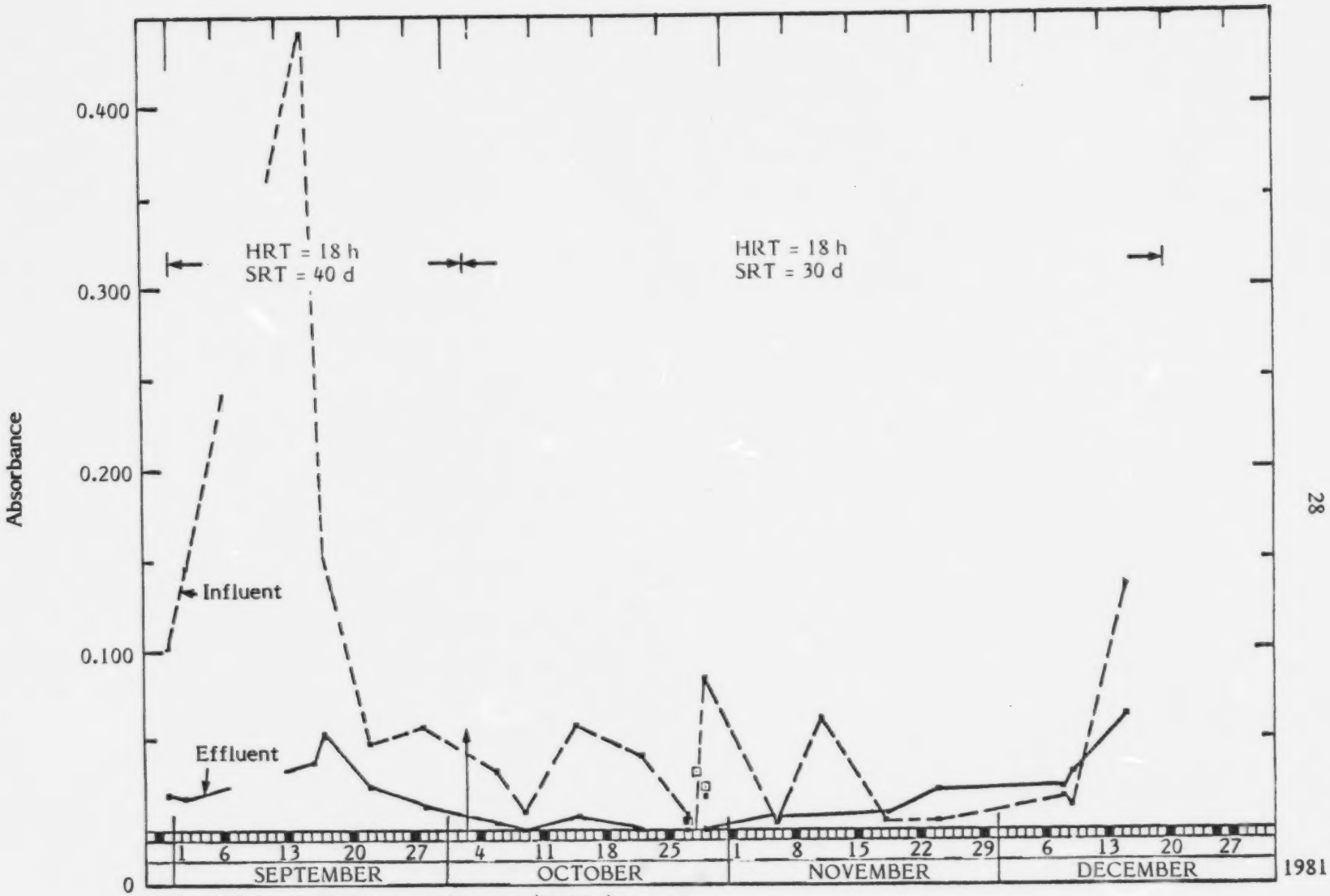


FIGURE 15 RELATIONSHIP BETWEEN SOLIDS RETENTION TIME AND F/M RATIO

tests based on hydraulic retention time of 18 hours and sludge ages of 40 days and 32 days, respectively, and the simulation tests where no nutrients were added and the pH was not adjusted.

True colour was measured by absorption on three wave-lengths (4222 Å, 5848 Å and 6459 Å). The reference colour of the Magog River was 0.000. Test results are shown in Figure 16.



November 18: Influent neutralization (H_2SO_4) ceases.
November 1: Addition of $(NH_4)_2 HPO_5$ to influent ceases.

FIGURE 16 COLOUR REMOVAL (Average ratio of intensity of light between intake and outlet on three wavelengths of the visible spectrum, red (4222Å), yellow (5448Å) and blue (6459Å).)

Tests showed that:

1) Biological treatment removes much of the colour from wastewater, but a certain amount remains.
2) Treatment demonstrated a good buffering effect, despite fluctuations in influent colour.
3) The greatest colour removal was achieved at an hydraulic retention time of 18 hours and a sludge age of 32 days, when colour was very close to 0.000. Visual examination of a one-litre sample showed a slight pink or mauve tinge, while the same sample examined in a test tube measured colour-free.
4) Nutrient deficiency seems to affect colour removal. Data indicate that treated wastewater was sometimes more coloured than the influent.
5) Colour removal depends very much on influent colour intensity and the dye types used.

7.7 COD Reduction and Colour Removal by Powdered Activated Carbon

Powdered activated carbon was used in a series of laboratory batch tests to determine the residual COD reduction potential. As Figure 17 shows, the results are conclusive: 0.000 colour and 50 mg/L of residual COD after filtration. On visual examination, carbon-treated wastewater was wholly free of colour. Activated carbon increased COD removal efficiency by an additional 64%, for a total of 95%. The findings support those of Bettens (1979) and Shaul et al. (1983).

It was estimated that an activated carbon dosage rate of 50 g/m^3 should, on balance, give similar results. Hydro Darco-C activated carbon was used.

These tests were not performed at pilot scale and no other carbon types were evaluated. If Hydro Darco-C, which cost $1.53 a kilo in 1983, were used at a rate of 50 g per cubic metre, the total cost would be more than $500 000 a year, excluding the necessary equipment. If, however, only colour removal was intended, less than 50 g/m^3 would be required.

7.8 Toxicity

Wastewater was tested for acute lethal toxicity after treatment at an SRT of 32 days and an HRT of 18 hours. No acute lethal toxicity was found. Appendix B provides the results of the toxicity tests.

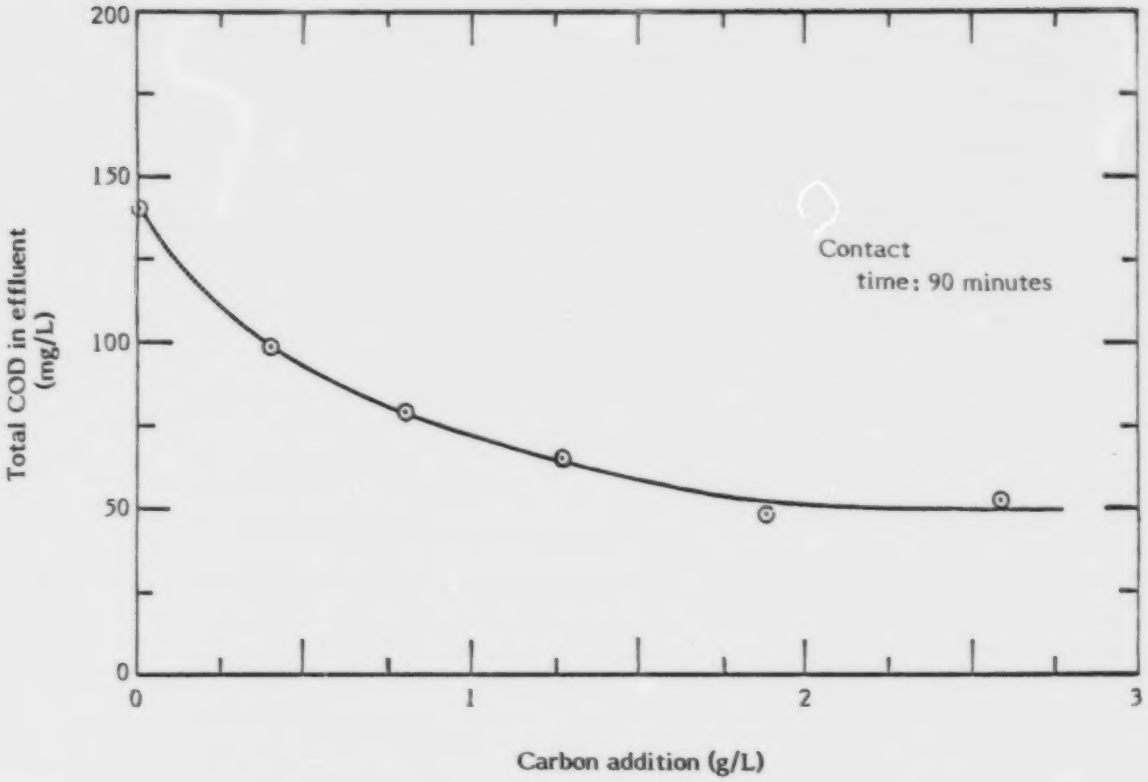


FIGURE 17 REDUCTION IN TOTAL COD ACHIEVED BY ADDITION OF POWDERED ACTIVATED CARBON

8 APPLICATION OF PILOT-SCALE RESULTS TO FULL-SCALE TREATMENT PLANT

Pilot-scale results showed that, at the design hydraulic retention time of the plant, sludge age had the greatest impact on system performance. Nutrient deficiencies primarily affected colour removal. Available nitrogen seemed to have been used solely for biosynthesis but it cannot be stated positively that available nitrogen was sufficient for biomass requirements. During the same evaluation period, the buffering effect of activated sludge made it possible to rectify fluctuations in pH.

For the full-scale tests, the solids retention time in the textile mill's treatment plant was adjusted to 30 days, to conform to the pilot test results. Once the required equilibrium had been reached, performance was evaluated from April 14 to June 30, 1982.

Prior to that time, the settling tanks had been covered with a thick layer of foam, and foam surrounded aerator platforms that were not in operation. Since only four of the eight aerators were in operation, it was necessary to ensure that the biomass suspended sludge was receiving sufficient dissolved oxygen and that good mixing was being achieved. Samples were therefore taken across the depth of the aeration tank to measure dissolved oxygen and check the homogeneity of the mixture. Results indicated good mixing and ample oxygenation. Figures 18 to 20 show the results of tests under controlled conditions.

Figure 18 shows how the total COD content of influent and effluent varied over time. COD removal efficiency averaged 79%. Organic content averaged 870 mg/L in influent and 182 mg/L in effluent. This performance, sustained over two and a half months, proved the effectiveness of the strategy adopted and the reliability of the pilot-scale results.

The total COD removal rate in the pilot plant was also around 79% and the foam in the settling and aeration tanks completely disappeared. Under the optimum pilot plant operating conditions, foaming was not a problem, and this observation was also confirmed at full-scale.

Figure 19 shows the effectiveness of activated sludge treatment in removing suspended solids. The SS content of effluent averaged 20 mg/L, which is in close agreement with pilot-scale results obtained under similar operating conditions, i.e., with no pH adjustment or nutrient addition.

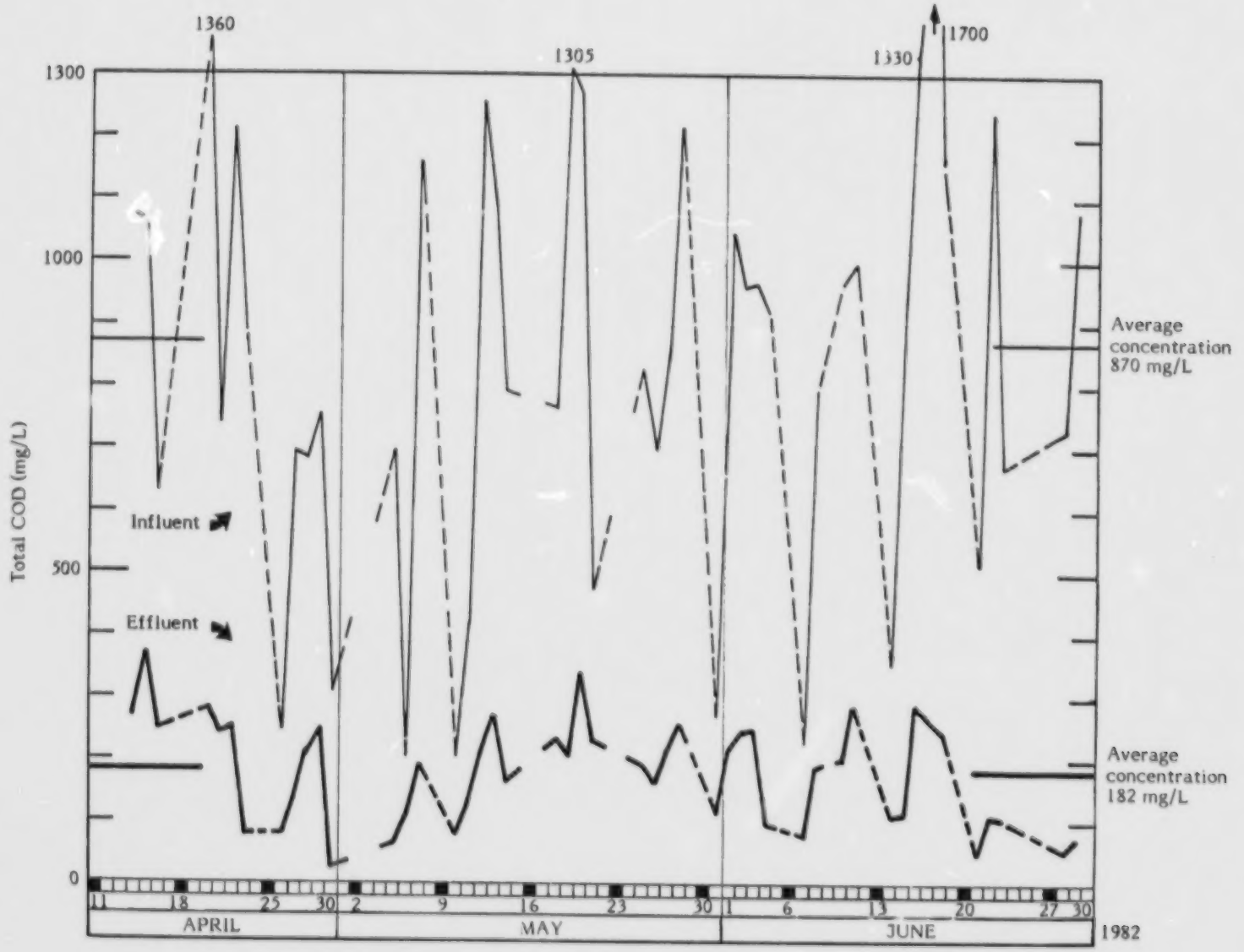


FIGURE 18 TOTAL COD REMOVAL, FULL-SCALE TREATMENT PLANT

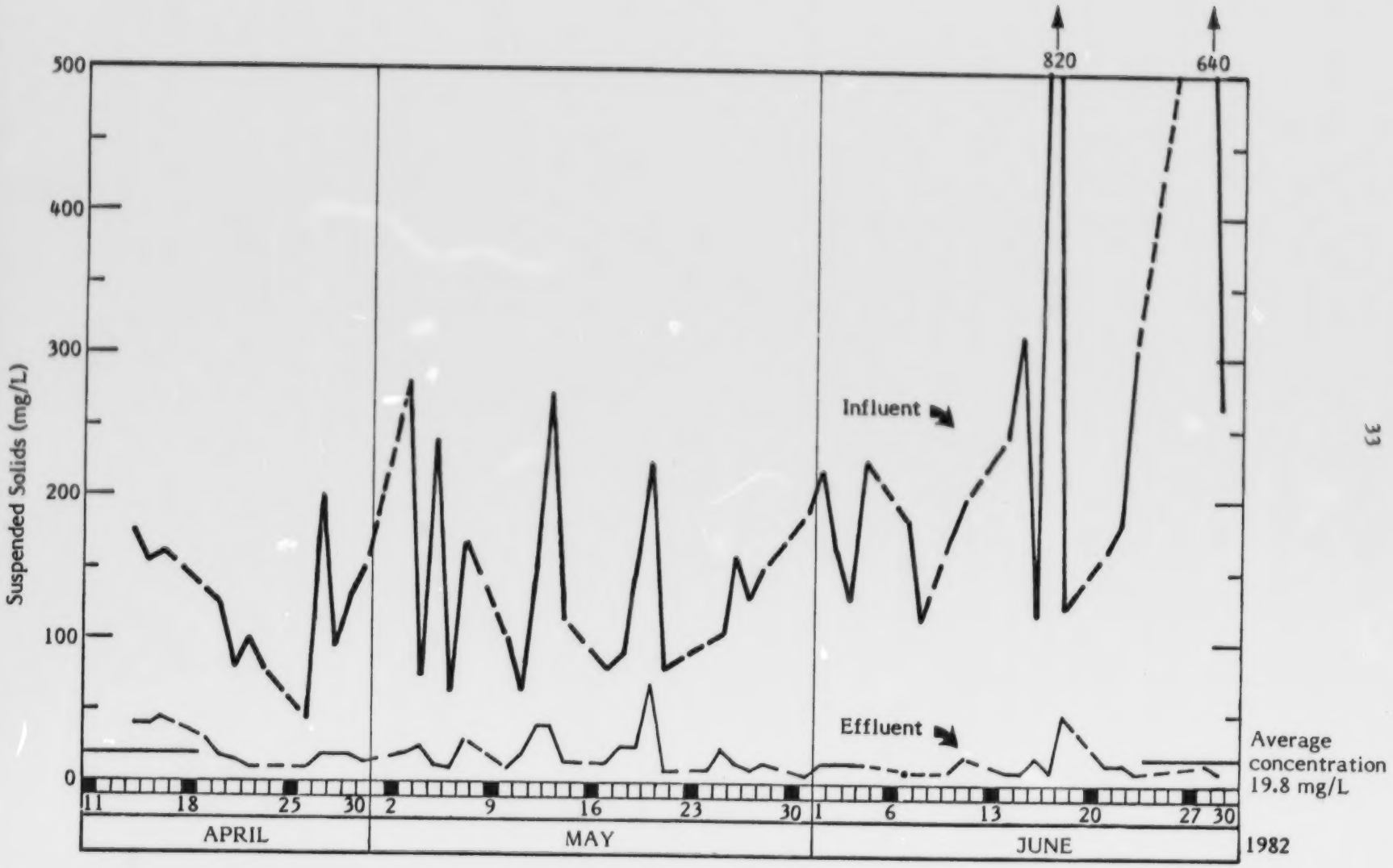


FIGURE 19 SUSPENDED SOLIDS REMOVAL, FULL-SCALE TREATMENT PLANT

Figure 20 shows the fluctuations in pH, when pH was not being adjusted. Influent pH rose to 11.8. The effect of merely altering the solids retention time is apparent; a 30-day sludge age produced sufficient carbon dioxide (CO_2) to neutralize raw wastewater pH and provide the desired buffering effect. The pH of the wastewater, and consequently in the aeration tank, varied from 7 to 9, comparable to the 7 to 8.5 recorded during the pilot-plant simulation tests done after influent neutralization ceased (see Figure 14).

Sludge age control improved performance considerably compared with the situation prior to the application of the pilot-scale test results (see Table A2, Appendix A). Nitrogen deficiency did not seem to have any particular effect on system performance. Nutrient supply was through the addition of septic tank sludge as is used regularly at the treatment plant. Since no analyses were made of the quantities of nutrients contained in this sludge, its supplementary effect could not be evaluated.

Pilot study results indicated that the traditional BOD_5/N ratio of 5:100 was not met but that a ratio of 100:2 gave satisfactory results except for colour removal. Nutrient addition and pH control should be practised since adverse effects could occur over a longer period.

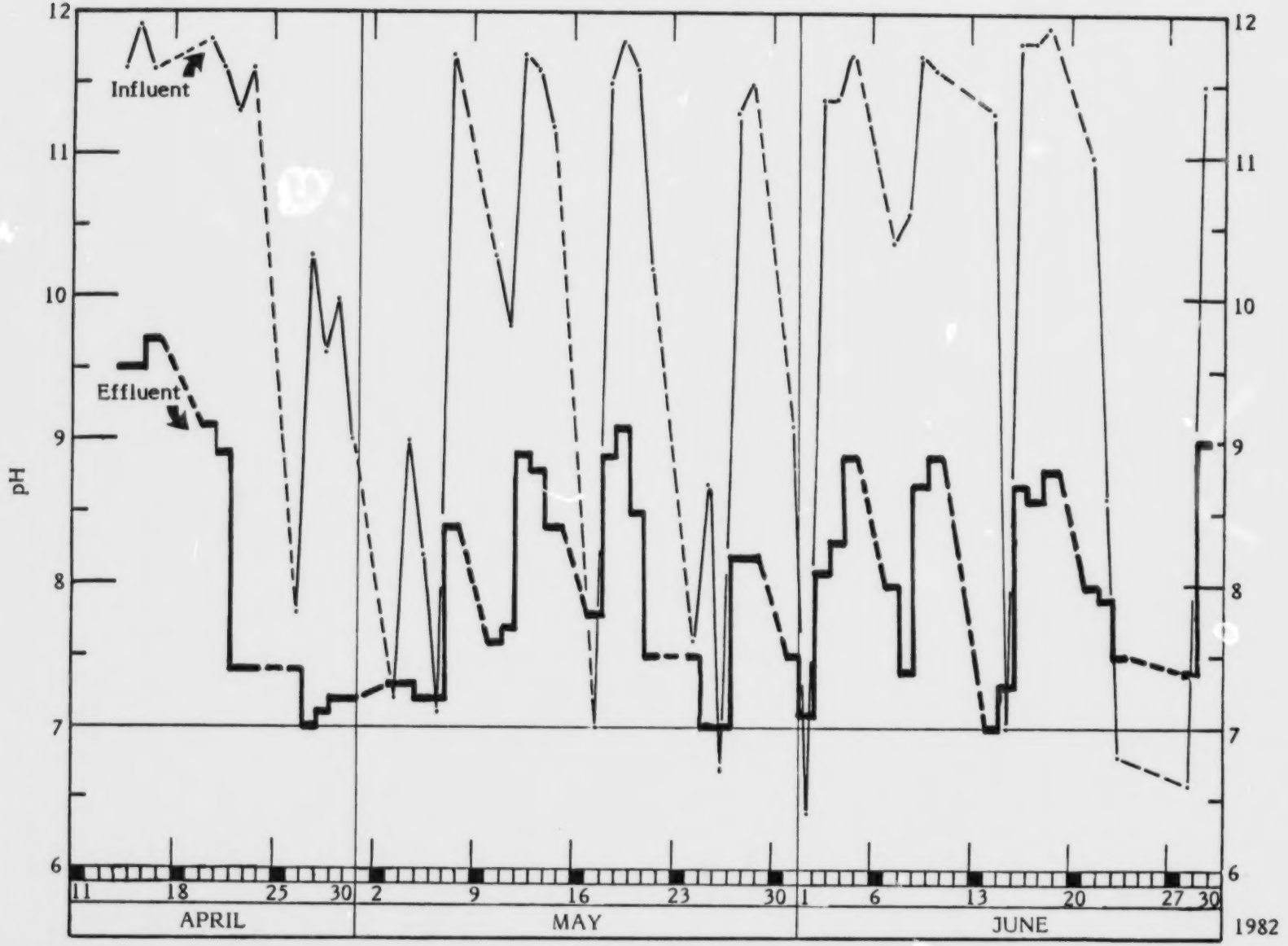


FIGURE 20 pH FLUCTUATIONS, FULL-SCALE TREATMENT PLANT

9 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

1) This study showed the effectiveness of biological treatment of wastewater from a textile finishing mill.

2) The best results were achieved with a solids retention time (sludge age) of 32 days, an hydraulic retention time of 18 hours, a sufficient supply of nutrients, and an adjusted pH.

3) Within the 30 to 40 day sludge age range, hydraulic retention time was the primary factor in COD removal.

4) Colour removal by means of biological treatment depends essentially on the intensity of influent colour, the best results being achieved under optimum operating conditions.

5) According to the pilot study results, extended aeration can remove 80% of the total COD and produce an effluent with a suspended solids content of less than 20 mg/L.

6) Sludge production is estimated at 0.2 g of solids per gram of COD removed. Oxygen uptake was 0.2 mg of O_2/day per milligram of mixed liquor.

7) With a 30-day SRT, no addition of nutrients and no adjustment of pH, the system provided a COD reduction rate of 80% and an effluent suspended solids content of 17 mg/L, despite a nitrogen deficiency. However, nitrogen deficiency appeared to have an adverse effect on colour removal. In spite of the deficiency, activated sludge had a good buffering effect and pH remained at 7.6. The lack of nitrogen could explain the low BOD_5/N ratio of 100:2 noted under these conditions. It appears that any available nitrogen was used for biosynthesis.

8) Treated effluent did not cause acute lethal toxicity.

9) The use of activated carbon at a rate of 50 mg/m^3 of wastewater further increased residual COD reduction by an additional 64%, for a total reduction efficiency of 95%. Far less than 50 mg/m^3 should be required if the objective is only to remove the residual colour.

10) Sludge age and hydraulic retention time have a marked effect on suspended solids removal.

11) Treatment plants for textile finishing mill wastewater should be designed in terms of sludge age and hydraulic retention time.

12) Visual identification of residual colour must be standardized since a sample in a one-litre beaker shows traces of colour, while the contents of a test tube appear colour-free.

13) Use of a pilot unit to simulate full-scale conditions proved to be an economical way of identifying a satisfactory operating mode. The treatment strategy used at full-scale was based on the pilot-scale tests. The effluent contained 20 mg/L of suspended solids and total COD was reduced by 79%.

14) The study showed the dependency of system performance on hydraulic retention time and sludge retention time.

ACKNOWLEDGMENTS

Mr. C. Planzer, Director of the environmental division at Dominion Textile Inc., and Mr. G. Blouin, Manager of the company's treatment plant at the time that this study was carried out, are gratefully acknowledged for their invaluable assistance.

REFERENCES

Alspaugh, T.A. et al. (1979), "Biological Treatment of Textile Wastes by Aeration". Proceedings of Textile Industry Technology. U.S. EPA 600/2-79-104.

Bettens, L. (1971), "Powdered Activated Carbon in an Activated Sludge Unit". Effluent and Water Treatment Journal, 19: 3, 129-135.

Clemson University, Department of Textiles (1971), State of the Art of Textile Treatment. Clean Water, Water Pollution Control Research Series 120/ECS H 02/71.

Environment Canada (1982), Survey of Textile Wet Processing and Pollution Abatement Technology, Report EPS 3 WP-82-5.

Hutton, G.D and Robertaccio, F.L. (1979), "Use of Powdered Activated Carbon for Textile Wastewater Pollution Control". Proceedings of Textile Industry Technology. U.S. EPA 600/2-79-104.

Lessard, S. (1981), Rapport des essais de traitabilité des eaux usées de Granby. Contrat nº: 09 S D-KE 102-8-0251.

Schaffer, R.B. et al. (1979), Development Document for Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Textile Mills. U.S. EPA 440/1-79/022 b.

Shaul M.G., Barnet, M.W., Neitheisel, T.W and Dostal, K.A. (1983), "Activated Sludge with Powdered Activated Carbon Treatment of Dyes and Pigments Processing Wastewater". Proceedings of 38th Annual Purdue Waste Conference, Purdue University. West Lafayette, IN (USA), 10-12 May.

U.S. EPA (1978), Environmental Pollution Control - Textile Processing Industry. Environmental Research Information Center Technology Transfer Manual. EPA 625/7-78-002.

APPENDIX A

PERFORMANCE TEST RESULTS

TABLE A1 PILOT PLANT SIMULATION RESULTS (no control of sludge age, no pH adjustment and no nutrient addition)

Date	Total COD (mg/L)		Total BOD (mg/L)	
	Influent	Effluent	Influent	Effluent
September 1981				
1	795	138	-	-
2	815	242	-	-
3	1230	320	270	2
4	1180	306	305	5
8	565	80	-	-
9	790	136	278	14
10	1060	198	325	6
11	1545	196	540	9
14	-	-	-	-
15	470	64	-	-
16	950	198	305	19
17	1035	290	420	11
18	1065	222	365	2
21	500	88	-	-
22	620	174	-	-
23	980	254	218	13
24	1020	182	385	8
25	775	160	282	6
28	-	-	-	-
29	880	324	-	-
30	1395	398	340	12
October 1981				
1	995	268	320	6
2	1090	316	450	17
5	355	130	-	-
6	885	278	-	-
7	1130	276	-	-

TABLE A1 PILOT PLANT SIMULATION RESULTS (no control of sludge age, no pH adjustment and no nutrient addition) (Cont'd)

	Total COD (mg/L)		Total BOD (mg/L)	
Date	Influent	Effluent	Influent	Effluent
8	715	206	325	4
9	870	274	235	1
13	475	134	-	-
14	865	202	380	7
15	1260	280	445	6
16	1105	484	-	-
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	655	215	-	-
20	-	-	-	-
21	1170	388	315	4
22	915	328	315	6
23	1155	386	300	5
26	955	196	-	-
27	800	248	-	-
28	945	294	465	1
29	1575	430	415	5.5
30	1510	476	520	6.5
November 1981				
3	1050	392	-	-
4	980	428	365	17
5	1290	418	420	8.5
6	970	296	345	6
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	1430	364	520	3.5
12	1785	500	560	7.5
13	1650	584	340	0
16	710	228	-	-

TABLE A1 PILOT PLANT SIMULATION RESULTS (no control of sludge age, no pH adjustment and no nutrient addition) (Cont'd)

	Total COD (mg/L)		Total BOD (mg/L)	
Date	Influent	Effluent	Influent	Effluent
17	1015	346	-	-
18	1130	400	340	19
19	1200	454	410	36
20	1510	346	410	7
23	865	192	-	-
24	1200	296	-	-
25	1085	280	285	1
26	1200	328	375	16
27	720	236	320	6
30	620	186	-	-
December 1981				
1	955	358	-	-
2	875	308	282	15
3	1480	392	425	16.5
4	1125	396	330	8.5
7	845	172	-	-
8	-	-	-	-
9	1470	584	540	55
10	1170	424	320	12
11	1185	416	420	22
14	1090	186	-	-
15	-	-	-	-
16	-	-	-	-
17	-	-	-	-
18	1520	306	-	-
21	855	250	-	-
22	1070	236	-	-

TABLE A2 EFFECT OF SLUDGE AGE CONTROL ON FULL-SCALE TREATMENT PLANT PERFORMANCE (company data)

	Influent (mg/L except pH)				Effluent (mg/L except pH)			
Date	SS	COD	O&G	pH	SS	COD	O&G	pH
April 1982								
14	175	1075	36	11.6	40	270	2	9.5
15	155	1060		11.9	40	368		9.5
16	160	630		11.6	45	252		9.7
20	125	1360	16	11.8	30	280	0	9.1
21	80	740		11.6	20	246		8.9
22	100	1210		11.3	15	252		7.4
23	80	890		11.6	10	80		7.4
26	45	245		7.8	10	80		7.4
27	200	695	26	10.3	20	138	0	7.0
28	95	685		9.6	20	208		7.1
29	130	755		10.0	20	250		7.2
30	150	310		9.0	15	126		7.2
May 1982								
3	280	-		7.2	20	-	7.3	
4	75	-	4	9.0	25	-	7.3	
5	240	695		8.2	12	64		7.2
6	65	205		7.1	10	108		7.2
7	165	1160		11.7	30	192		8.4
10	100	205		10.3	10	80		7.6
11	65	420	10	9.8	20	124	2	7.7
12	150	1255		11.7	40	214		8.9
13	275	1100		11.6	40	270		8.8
14	115	795		11.2	15	164		8.4
17	80	-	-	7.0	15	-	-	7.8
18	90	765	8	11.5	25	234	2	8.9
19	145	1305		11.8	25	208		9.1
20	225	1270		11.6	70	340		8.5

TABLE A2 EFFECT OF SLUDGE AGE CONTROL ON FULL-SCALE TREATMENT PLANT PERFORMANCE (company data) (Cont'd)

	Influent (mg/L except pH)				Effluent (mg/L except pH)			
Date	SS	COD	O&G	pH	SS	COD	O&G	pH
21	80	475		10.2	10	232		7.5
24	100	--		7.6	10	--		7.5
25	105	825	12	8.7	25	192	4	7.0
26	160	700		6.7	15	164		7.0
27	130	850		11.3	10	218		8.2
28	150	1215		11.5	15	258		8.2
31	190	270		9.1	5	118		7.5
June 1982								
1	220	1045	34	6.4	15	220	0	7.1
2	165	960		11.4	15	244		8.1
3	130	965		11.4	15	248		8.3
4	225	920		11.7	15	98		8.9
7	185	230		10.4	10	80		8.0
8	115	795	20	10.6		192	2	7.4
10	175	965		11.7	10	202		8.7
11	200	995		11.6	20	286		8.9
14	245	355	50	10.8	10	108	0	7.0
15	315	935		7.0	10	116		7.3
16	120	1330		11.8	20	288		8.7
17	820	1700		11.8	5	264		8.6
18	125	1160		11.9	50	246		8.8
21	165	515		11.0	15	50		8.0
22	185	1240	26	8.6	15	110	4	7.9
23	305	670		6.8	10	104		7.5
28	640	730		6.6	15	54		7.4
29	265	1080	26	11.5	10	74	2	9.0

APPENDIX B

TOXICITY TEST RESULTS

ANALYSIS REPORT

SAMPLE: DOMTEX - MAGOG
Point A - Influent

Test no.	595	**Requested by:**	R. Zaloum, P. Eng.	
Date of sample	27-10-81 ,	by EPS		
Date of test (1)	29-10-81 (2)	30-10-81 (3)	12-11-81	
by:	R.L.	P.C.	R.L.	

RESULTS

TEST	CONTROL	INTAKE WATER	SAMPLE	___ ORIGINAL _X_ ADJUSTED
(1) TROUT			100%	65% v v ___ % v v
Mortality (%)	0	0	100	
TL-50 (h)		ND	1-4	
CL-50 (24 h)				___ % v v
CL-50 (96 h)				___ % v v
(2) Microtox®			NONFILT.	FILT. 0.45 u
Cl-50			2.6%v v	___ %v v
(3) Algae			FILT. 0.2 u 5.4%v v	

PARAMETERS SUSPECTED OF CAUSING MORTALITY

___	pH	___	Arsenic	___	Ammonium	Other:
___	DO	___	Aluminum	___	Chlorides	
___	BOD	___	Chrome	___	Cyanide	
___	Res. tot. Cl	___	Copper	___	Fluoride	
___	TS	___	Iron	___	Nitrate	
___	O&G	___	Nickel	___	Nitrite	
___	COD	___	Lead	___	Tot. Phos.	
___	Phenols	___	Zinc	___	Sulphur	

Sample Adjustments:

pH_o = 12.8 pH_a = 7.4 with X HNO_3 / ___ NaOH

Tot. res. Cl: E. E. _____ ppm
Sample _____ neut. with $Na_2S_2O_3$

Other:

Trout Test Conditions:

Static - 96 h Other:

Temp. 15°C Vol./tank 50 L Load 0.2 L/g/d

No. fish/tank = 10 Average weight 6.0 g

Average length ___ cm

Aeration X 5 cm^3/min/L Preaeration ___ h
___ 7.5 cm^3/min/L

Remarks:

Test trout: Strong toxicity at point A; 50% lethality in 1-4 hours, probably attributable to ammonia nitrogen.

Algae: Sample proved toxic. Results for inorganic phosphorus, nitrites and nitrates, ammonia nitrogen and fertility potential (180 ppm) indicate heavy nutrient loading, leading to excessive enrichment of medium.

ANALYSIS REPORT

SAMPLE: DOMTEX - MAGOG
Point P_2: pilot plant effluent

Test no.	598		**Requested by:**	R. Zaloum, P. Eng.
Date of sample	27-10-81 ,		by EPS	
Date of test (1)	29-10-81 (2)		30-10-81 (3)	12-11-81
by:	R.L.		P.C.	R.L.

RESULTS

TEST	CONTROL	INTAKE WATER	SAMPLE	___ ORIGINAL ___ ADJUSTED
(1) TROUT			100%	65%v v ___ % v v
Mortality (%)	0	0	100	
TL-50 (h)		ND	ND	
CL-50 (24 h)				___ %v v
CL-50 (96 h)				___ % v v
(2) Microtox®			NONFILT.	FILT. 0.45 u
Cl-50			ND %v v	___ %v v
(3) Algae			FILT. 0.2 u	
			ND %v v	

PARAMETERS SUSPECTED OF CAUSING MORTALITY

___	pH	___	Arsenic	___	Ammonium	Other:
___	DO	___	Aluminum	___	Chlorides	
___	BOD	___	Chrome	___	Cyanide	
___	Res. tot. Cl	___	Copper	___	Fluoride	
___	TS	___	Iron	___	Nitrate	
___	O&G	___	Nickel	___	Nitrite	
___	COD	___	Lead	___	Tot. Phos.	
___	Phenols	___	Zinc	___	Sulphur	

Sample Adjustments:

pH_o = 12.8 pH_a = 7.4 with _X_ HNO_3 ___ NaOH

Tot. res. Cl: E. E. _____ ppm
Sample _____ neut. with $Na_2S_2O_3$

Other:

Trout Test Conditions:

Static - 96 h Other:

Temp. 15°C Vol./tank 50 L Load 0.2 L/g/d

No. fish/tank = 10 Average weight 6.0 g

Average length ___ cm

Aeration _X_ 5 cm^3/min/L Preaeration ___ h
___ 7.5 cm^3/min/L

Remarks:

APPENDIX C

MAJOR CHEMICALS USED IN DOMINION TEXTILE'S FINISHING MILL AT MAGOG (December 1981)

TABLE C1 MAJOR CHEMICALS USED IN DOMINION TEXTILE'S FINISHING MILL AT MAGOG (December 1981)

Substance	Quantity (metric tonnes)	Main compound	Discharged to
Ethyl alcohol, 95% technical grade	1060	99% Shellsol	atmosphere
Acids	548	95% acetic acid	wastewater
Bases	302	99% caustics	wastewater
Thermosetting resins	527		95% in fabric
Oxidizing agents	360	hydrogen peroxide	wastewater
Salts	364	NaCl	wastewater
Reducing agents	266	sodium bisulphite	wastewater
Conditioners/thickening agents	191		90% in fabric
Emulsifiers	187		wastewater
Sequestering agents	30	sodium hexametha-phosphate $(NaPO_3)_6$	wastewater
Catalysts	24		wastewater
Dye carriers	17	Levegal B	wastewater
TOTAL	3876		

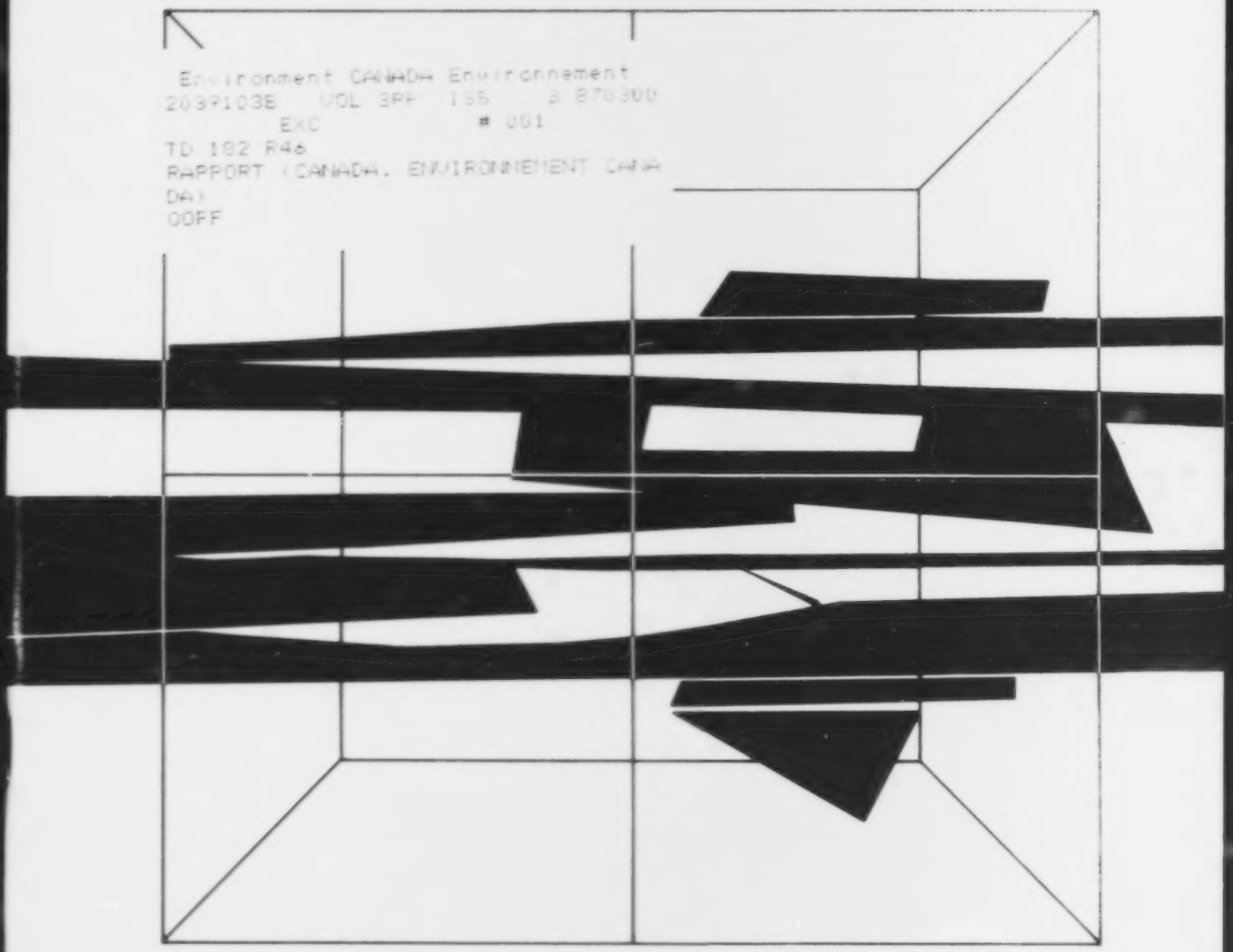
TABLE C2 DYES USED IN DOMINION TEXTILE'S FINISHING MILL AT MAGOG (December 1981)

Dye type	Quantity (metric tonnes)
Pigment	674
Vat	595
Sulphur	520
Dispersed	100
Azo	56
Reactive	15
TOTAL	1960

Traitabilité biologique des effluents d'une usine d'ennoblissement des tissus

Rapport SPE 3 PF 3
Mars 1987

Environnement CANADA Environnement
2039103B VOL 3PF 155 3 870300
EXC # 001
TD 192 R46
RAPPORT (CANADA. ENVIRONNEMENT CANA
DA)
OOFF

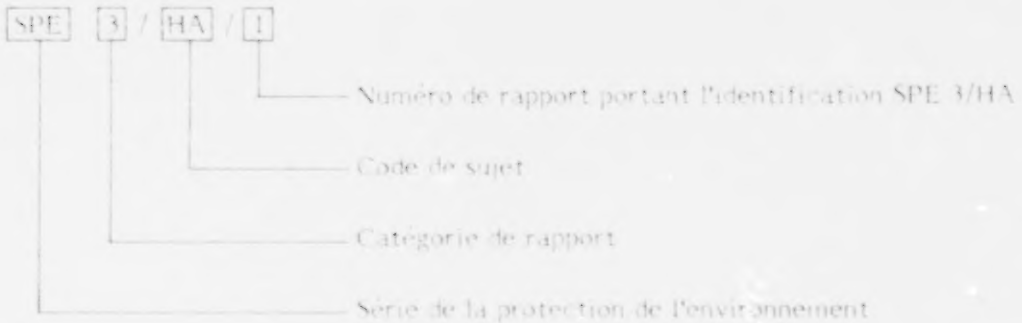


Environnement Canada Environment Canada

Canada

SÉRIE DE RAPPORTS DE LA PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Exemple de numérotage:



Catégories

1	Règlements/Lignes directrices/ Codes de procédure
2	Consultation publique: évaluation des problèmes, options de contrôle
3	Recherche et développement technologique
4	Revues de la documentation
5	Relevés
6	Évaluations des impacts sur l'environnement
7	Surveillance
8	Propositions, analyses et énoncés de principes généraux
9	Guides

Sujets

AG	Agriculture
AP	Polluants atmosphériques
AT	Toxicité aquatique
CC	Produits chimiques commerciaux
CE	Consommateurs et l'environnement
FP	Traitement des aliments
HA	Déchets dangereux
IC	Chimie inorganique
MA	Pollution marine
MM	Exploitation minière et traitement des minéraux
NR	Régions du Nord
PF	Papier et fibres
PG	Production de l'électricité
PN	Pétrole et gaz naturel
SP	Déversements de pétrole et de produits chimiques
SRM	Méthode de référence normalisée
TS	Systèmes de transport
UP	Pollution urbaine

Sujets et codes additionels sont introduits au besoin. Une liste de rapports du SPE peut être obtenue en s'adressant aux Publications de la protection de l'environnement, Conservation et Protection, Environnement Canada, Ottawa (Ontario) K1A 0E7.

TRAITABILITÉ BIOLOGIQUE DES EFFLUENTS D'UNE USINE D'ENNOBLISSEMENT DES TISSUS

par

Ronald Zaloum
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada

Rapport SPE 3/PF/3
Mars 1987

Publication
distribuée par la Section des publications/
Protection de l'environnement
Conservation et Protection
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 0E7

Édition française de

préparée par le Module d'édition française

English copy available at the above mentioned address

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1987
N° de cat. En 49-6/3-3F
ISBN 0-662-94191-8
IMPRIMERIE BEAUREGARD LIMITÉE

RÉSUMÉ

Ce rapport présente les résultats d'une étude sur le traitement des eaux usées de l'usine d'ennoblissement des tissus de la Dominion Textile, à Magog. Les objectifs de l'étude étaient d'examiner le rendement d'un modèle réduit de station d'épuration à boues activées et aération prolongée, de reproduire les opérations de la station d'épuration existante et de dégager des critères de conception et d'opération d'installations d'épuration pour ce type d'eaux usées.

Si l'on s'en tient aux critères nord-américains, le temps de séjour recommandé pour le traitement d'influents ayant les mêmes caractéristiques est assez prolongé (3 à 4 jours). Lors des essais-pilotes, les meilleurs résultats correspondaient cependant à un temps de séjour hydraulique de 18 heures et un âge des boues de 30 jours. Le pH était maintenu entre 7 et 9, et l'apport de nutriants n'était pas limité. Dans de telles conditions, on est parvenu à supprimer les problèmes de mousse, et la décoloration de l'effluent était meilleure que celle obtenue à d'autres régimes de fonctionnement. Il faut retenir que la décoloration était essentiellement fonction de l'intensité de la couleur de l'influent. La production de solides variait entre 0,13 g et 0,21 g de solides volatiles par gramme de DCO éliminée, tout dépendant des conditions d'opération. La consommation d'oxygène par la masse de boues activées était de 0,2 mg d'O_2/mg de MVS, aux conditions d'opération optimales.

Toujours dans des conditions optimales, la teneur en solides en suspension (MSS) était inférieure à 20 mg par litre et la DCO était réduite de 80 p. 100. Aucune mortalité n'a été notée lors d'un essai de recherche de la toxicité pour la truite arc-en-ciel effectué en conditions statiques (TLm 96 h). Pour les essais sur modèle réduit (biostation-pilote), la température moyenne était de 21 °C alors qu'elle était de 22 °C dans le bassin d'aération existant.

Les résultats en conditions réelles corroborent ceux obtenus en unité-pilote. La simulation biologique sur modèle réduit s'est avérée un outil indispensable pour prévoir le rendement en conditions réelles. Les essais de répétabilité conduits en unité-pilote ont aussi montré que le procédé à boues activées était très stable.

Signalons pour terminer que le système de traitement à boues activées avait un rendement précis pour un mode d'opération précis. Toute modification, par exemple un changement du temps de rétention des solides (âge des boues) ou du temps de séjour hydraulique, influençait le rendement.

ABSTRACT

This study examined the treatability of effluents from a finishing textile mill. The objectives were to study the performance of biological treatment on a pilot scale, to simulate the existing plant operation and to obtain design and operating parameters.

The results showed that contrary to US criterias of long hydraulic retention times for wastes with similar characteristics, these effluents were best treated at a hydraulic retention time (HRT) of 18 hours and a solids retention time (SRT) of 30 days under a pH range from 7 to 9 and adequate nutrient supply. Under such operating conditions there were no foaming problems, and the degree of color removal was highest although this was dependent on the intensity of color in the influent. Solids production ranged from 0,13 to 0,21 g VSS/g COD removed depending on the operating condition. Oxygen uptake rate was 0,2 mg/O_2/d/mg MLVSS, at optimal conditions. The treatment system produced an effluent containing less than 20 mg/l of suspended solids and a COD removal efficiency of 80 %. There was no lethal toxicity to fish as expressed by the 96 hours static toxicity test. The pilot system was operated at 21 °C and the temperature in the aeration bassin of the full scale plant was 22 °C.

The implementation of the optimal operating strategy at full scale produced identical performance as predicted by the pilot scale tests. The biological simulation by pilot tests indicated not only excellent reproductibility of results when experimental conditions were repeated, but also good stability of the activated sludge system, and provided a reliable tool with which to predict the behaviour of the full scale system.

Lastly it was found that a particular system response resulted from each control strategy and that changes in the control strategy such as changes in SRT and/or HRT had a direct impact on system's response.

TABLE DES MATIÈRES

RÉSUMÉ		iii
ABSTRACT		iv
LISTE DES FIGURES		vii
LISTE DES TABLEAUX		viii
1	INTRODUCTION	1
2	BUT DE L'ÉTUDE	3
3	DESCRIPTION DU PROCÉDÉ D'ENNOBLISSEMENT DES TISSUS	4
4	DESCRIPTION DE LA STATION D'ÉPURATION	5
5	PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL	6
6	RÉSULTATS	7
6.1	Caractérisation et mesures de débits	7
6.1.1	Débits	7
6.1.2	Caractérisation des eaux usées	7
7	RENDEMENT DU TRAITEMENT PAR AÉRATION PROLONGÉE EN BIOSTATION-PILOTE	14
7.1	Diminution de la DCO	14
7.2	Élimination des solides en suspension	14
7.3	Stabilité de la biostation-pilote	24
7.4	Simulation, en biostation-pilote, des conditions existant à l'échelle réelle	24
7.5	Production de boues et consommation d'oxygène	26
7.6	Décoloration des eaux usées	26
7.7	Réduction de la DCO et atténuation de la couleur par charbon actif pulvérulent	31
7.8	Essai de toxicité	32
8	IMPLANTATION DES RECOMMANDATIONS À LA STATION D'ÉPURATION	33
9	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	38

BIBLIOGRAPHIE 40

ANNEXE A Résultats du programme d'implantation de la stratégie de contrôle proposée 41

ANNEXE B Résultats des essais de toxicité 49

ANNEXE C Principaux produits chimiques utilisés à l'usine d'ennoblissement de la Dominion Textile, à Magog 55

LISTE DES FIGURES

1	Fluctuations de débit	8
2	Débit cumulatif	9
3	Comparaison des eaux usées arrivant dans le bassin d'aération de l'usine et celles alimentant la biostation-pilote	12
4	Performance de la biostation-pilote (TSH-25 h; TRB-32 j)	15
5	Performance de la biostation-pilote (TSH-25 h; TRB-40 j)	16
6	Performance de la biostation-pilote (TSH-22 h; TRB-32 j)	17
7	Performance de la biostation-pilote (TSH-18 h; TRB-32 j)	18
8	Performance dela biostation-pilote (TSH-18 h; TRB-21 j)	19
9	Performance de la biostation-pilote (TSH-18 h; TRB-40 j)	20
10	Performance de la biostation-pilote (TSH-18 h; TRB-32 j)	21
11	Réduction de la DCO totale en fonction de la charge massique	22
12	Réaction du système à boues activées aux variations de temps de séjour hydraulique et de temps de rétention (âge) des boues	23
13	Performance de la biostation-pilote lors des essais de stimulation (TSH-18 h; TRB-32 j)	25
14	pH moyen dans le bassin d'aération	28
15	Relation entre l'âge des boues et la charge massique	29
16	Décoloration des eaux usées	30
17	Réduction de la DCO totale par ajout de charbon actif pulvérulent	31
18	Élimination de la DCO totale	34
19	Élimination des matières solides en suspension	35
20	Fluctuations du pH	37

LISTE DES TABLEAUX

1	Caractérisation des eaux usées	10
2	Sommaire des résultats des essais effectués dans le but de définir les conditions d'opération optimales	13
3	Bilan d'utilisation de l'azote en régime contrôlé	27
4	Sommaire des résultats d'opération sans ajout de nutriants et sans ajustement du pH	27
A1	Résultats des essais de simulation en biostation-pilote	43
A2	Performance de la station d'épuration de la Dominion Textile suite à l'implantation du contrôle de l'âge des boues	46
C1	Principaux produits chimiques utilisés par la Dominion Textile à son usine d'ennoblissement des tissus, à Magog	57
C2	Colorants utilisés à l'usine d'ennoblissement des tissus de la Dominion Textile, à Magog	58

1 INTRODUCTION

L'industrie du textile est bien établie au Canada. Elle regroupe près de 1000 usines situées pour la plupart au Québec et en Ontario. Lorsque ces usines ne sont pas raccordées au réseau d'égouts local, les eaux usées sont soit traitées dans une station d'épuration indépendante soit rejetées directement dans un cours d'eau.

On fait donc face à trois problèmes distincts:

- celui du traitement conjoint d'eaux usées provenant d'usines textiles et d'eaux usées domestiques;
- celui de la conception de stations d'épuration d'eaux brutes en provenance d'usines textiles;
- et celui de l'opération et du rendement des systèmes de traitement.

On admet généralement que le traitement biologique, que ce soit par aération prolongée ou par lagunage aéré, convient pour les eaux brutes provenant de l'industrie textile (Alspaugh *et al.*, 1979, Hutton *et al.*, 1979, Schaffer *et al.*, 1979). L'établissement de critères pour la conception de systèmes de traitement et le mode d'opération donnant un rendement optimal exige toutefois que la traitabilité des eaux usées soit étudiée de façon plus poussée. On peut à la limite établir des critères généraux pour la conception d'un ouvrage, mais dans ce cas, on fera souvent abstraction de l'intensité de la couleur des eaux brutes, un facteur pourtant très important.

Lessard (1981) s'est déjà penché sur le traitement mixte d'eaux usées de l'industrie textile et d'eaux usées domestiques. D'après lui, cela ne soulève aucun problème particulier pourvu que les installations d'épuration soient conçues pour un temps de séjour hydraulique de 15 heures et un temps de rétention des boues de 20 jours.

Lessard signale également que la décoloration des eaux usées ne relève pas de l'opération du système à boues activées mais qu'elle est essentiellement fonction de la quantité et de la nature des colorants contenus dans les eaux usées. Le Department of Textile de l'université Clemson (1971) note aussi que le traitement biologique convient bien pour les eaux brutes d'usines textiles seules ou mélangées à des eaux usées domestiques, mais il met en garde contre les produits utilisés dans les procédés, ces produits devenant de plus en plus biorésistants ou toxiques. On peut s'attendre à une réduction de 90 p. 100 de la DBO_5 pourvu que le pH soit maintenu dans des limites acceptables, que la température soit relativement constante, que la matière organique soit biodégradable et qu'il y ait apport de substances nutritives (nutriants).

Dans un document intitulé *Textile Processing Industry* publié par l'EPA (1978), on note que le traitement à boues activées et aération prolongée est efficace pour les eaux usées des usines d'ennoblissement de tissus dotées d'installations où le temps de séjour hydraulique est de 3 à 4 jours. La DCO et DBO_5 rapportées dans ce document pour l'ensemble de l'industrie sont du même ordre de grandeur que les valeurs obtenues lors de la présente étude. La réduction de la DBO_5 semble tourner autour de 90 p. 100 mais le taux de réduction de la DCO n'atteint que 50 à 60 p. 100. D'ailleurs, dans une étude récente exécutée par la firme IEC et publiée par Environnement Canada (1982), la conclusion était que, dans l'ensemble, les valeurs de la DBO_5 et de la DCO ainsi que la teneur en matières en suspension dans les eaux usées de l'industrie canadienne du textile étaient du même ordre de grandeur que les valeurs obtenues aux États-Unis.

L'EPA (1978) note aussi que ce genre d'eaux usées est souvent déficitaire en azote et qu'il faut y remédier. Les problèmes de mousse sont fréquents avec un système à aération prolongée et l'emploi d'agents antimousse ou de charbon actif pulvérulent peut les atténuer. Le charbon actif contribue aussi à réduire la DBO_5 et la DCO et à décolorer les eaux.

Hutton et Robertaccio (1979) font les mêmes constatations et ajoutent que le charbon actif pulvérulent est efficace pour éliminer certaines substances toxiques. Dans la même veine, Bettens (1979) démontrait à la station de traitement biologique de la société Desso-Inter Monde, en Belgique, que l'utilisation de charbon actif pulvérulent à des doses de 50 mg/l réduisait sensiblement, à l'équilibre, les teneurs en DCO et DBO_5 et contribuait à la décoloration.

Il se dégage de la documentation américaine que les temps de séjour hydraulique peuvent être aussi longs que 3 ou 4 jours, et que les problèmes de mousse et d'insuffisance en nutriants sont courants. Il est impossible, avec de tels temps de séjour hydraulique, de contrôler le procédé à boues activées par l'âge des boues. D'ailleurs, la documentation technique consultée ne fait nullement allusion au mode de contrôle de l'opération. Or, à la station d'épuration où cette étude a été effectuée, le problème de mousse était aigu à la grandeur du bassin d'aération et particulièrement dans les décanteurs. Le temps de rétention (âge) des boues n'était pas contrôlé et le pH n'était pas régulièrement ramené à des limites acceptables. Le temps de séjour hydraulique était d'environ 18 heures et l'influent était nettement déficitaire en nutriants. La réduction de la DCO et de la DBO_5 était de l'ordre de 60 p. 100 et de 72 p. 100 à 78 p. 100 respectivement, selon les résultats obtenus lors de deux campagnes d'échantillonnage effectuées en mars 1980 et en octobre 1981. Cette performance semblait insuffisante. Il fut donc décidé d'approfondir la question.

2 BUT DE L'ÉTUDE

Il s'agissait par cette étude de définir le mode de traitement biologique procurant la meilleure élimination de la matière organique et de la couleur, et d'établir certains critères pour la conception des installations d'épuration et leur opération. Les diverses étapes visaient à:

a) caractériser les influents et évaluer la performance de la station d'épuration de la compagnie Dominion Textile, à Magog;

b) étudier sur modèle réduit la traitabilité biologique de ce type d'eaux usées lors d'apport suffisant en nutriants et pH contrôlé;

c) définir le mode d'opération optimal et évaluer l'élimination de la charge organique et la décoloration;

d) opérer la station-pilote sans ajout de nutriants ou d'ajustement du pH, à l'âge des boues et au temps de séjour hydraulique jugé optimal afin de déterminer le paramètre (nutriant ou pH) le plus influent;

e) recommander les correctifs à apporter aux opérations de la station d'épuration;

f) évaluer, par des essais en laboratoire, l'efficacité du charbon actif pulvérulent pour améliorer la réduction de la charge organique.

3 DESCRIPTION DU PROCÉDÉ D'ENNOBLISSEMENT DES TISSUS

Le procédé de l'usine d'ennoblissement des tissus de la Dominion Textile à Magog comporte quatre opérations à proprement parler, soit la préparation, la gravure et l'impression, la teinture et l'apprêtage. Les principales sources d'eaux usées proviennent des secteurs de la préparation du tissu, des ateliers de teinture et de l'impression. Durant l'exercice 1980/81, l'usine a traité 33 milles tonnes métriques de tissu de coton et de mélange de coton et polyester. La production se répartit dans les catégories suivantes:

tissu imprimé	33 p. 100
serge de coton	25 p. 100
velours côtelé	20 p. 100
tissu teint	17 p. 100
tissu blanc	5 p. 100

Le coton représente environ 75 p. 100 de la production totale, et le polyester, 25 p. 100 environ.

4 DESCRIPTION DE LA STATION D'ÉPURATION

La Dominion Textile de Magog traite ses eaux usées par épuration biologique depuis 1975. L'usine a été conçue pour traiter 22 700 m^3 d'eaux usées par jour, avec un temps de séjour hydraulique de 17,3 heures.

On procède à un dégrillage grossier des fibres, et le débit des eaux usées est contrôlé par un canal Parshall de 45,7 cm (18 pouces). Le bassin d'aération a une capacité de 16 300 m^3; il est muni de sept aérateurs de surface, dont quatre sont en opération. Les boues activées sont décantées dans deux décanteurs secondaires disposés en parallèle. Le retour des boues est limité à un maximum de 50 p. 100 du débit nominal. Aucun dispositif de traitement des boues n'est en place mais la question est à l'étude.

Bien que les dispositifs pour l'ajout automatique de nutriants soient installés, on recourt à l'addition de boues de fosses septiques. Le pH n'est contrôlé que sporadiquement.

5 PROTOCOLE EXPÉRIMENTAL

Pour cette étude, la compagnie Dominion Textile avait équipé son laboratoire de Magog d'une biostation-pilote d'une capacité de 130 litres, géométriquement similaire à la station d'épuration existante, sauf que les pentes faibles et inadéquates des décanteurs secondaires ont été remplacées par des fonds inclinés à 30°. Les décanteurs étaient munis de racleurs tournant à 1,5 tour par minute. La biostation-pilote était munie d'alimenteurs d'air, de pompes péristaltiques Masterflex pour l'alimentation en eaux usées et le retour des boues. L'azote et le phosphore ammoniacal étaient ajoutés dans les proportions de DBO:N:P de 100:5:1. Le pH des eaux usées était maintenu à 7,6. Une fois le mode opératoire optimal trouvé, on cessa d'ajuster le pH et d'ajouter des nutriants afin d'étudier le comportement de la biostation-pilote dans des conditions identiques à celles de la station d'épuration de l'usine. Suite à une série d'essais conduits avant le début des études pour vérifier le degré de court-circuitage du bassin d'aération de l'unité-pilote, il avait été décidé d'installer une chicane à la sortie du bassin d'aération et on avait défini le nombre et l'emplacement des diffuseurs d'air dans le bassin.

On procédait quotidiennement à la mesure du pH et du taux d'oxygène dissous dans le bassin d'aération, ainsi qu'au contrôle du débit des eaux usées et des teneurs en nutriants.

Deux campagnes de mesure de débits et de caractérisation des eaux usées ont été effectuées, l'une au début de l'étude et l'autre en cours d'étude, afin de s'ajuster aux changements du procédé d'ennoblissement. La qualité des eaux usées arrivant à la station d'épuration et de celles alimentant la biostation-pilote était aussi comparée.

Toutes les analyses de solides en suspension, liquide mixte, etc., étaient effectuées au laboratoire de l'usine. L'analyse de la DCO, de la DBO et d'autres paramètres a été faite au laboratoire d'Environnement Canada, à Longueuil. Les échantillons étaient acheminés par messager.

6 RÉSULTATS

6.1 Caractérisation et mesures de débits

6.1.1 Débits

Avant d'établir le programme expérimental, il était important d'évaluer les variations de temps de séjour hydraulique auxquelles on devait s'attendre.

Un mesureur de débit pneumatique Esterline Angus fut donc installé sur le canal Parshall dans le but de mesurer, pendant un mois, les fluctuations de débits. Les données obtenues furent comparées à celles fournies par l'intégrateur de l'usine, pour évaluer la façon la plus représentative d'alimenter la biostation-pilote.

Les valeurs fournies par l'intégrateur étaient en moyenne de 10 p. 100 inférieures à celles du mesureur pneumatique, une différence considérée acceptable. L'examen des données de l'intégrateur pour la période d'octobre 1979 à octobre 1980 (12 mois) indiquait un débit moyen de 23 911 m^3/jour (5,26 millions de gallons/j), soit un temps de séjour hydraulique moyen de 16 heures. Celui-ci pouvait varier entre un minimum de 13 heures et un maximum de 42 heures.

Les figures 1 et 2 montrent les fluctuations horaires d'une journée type ainsi qu'une courbe du débit cumulatif d'une journée. Malgré certaines fluctuations, il n'était pas nécessaire d'égaliser les débits d'entrée, comme le prouve la droite de la figure 2 qui indique une pente constante.

Il s'avérait aussi que l'arrêt de production entre 17 h le samedi et minuit le dimanche ne devrait normalement pas perturber l'épuration biologique.

Fort de ces constatations, il fut décidé que la biostation-pilote pouvait être alimentée à débit constant, sept jours par semaine.

6.1.2 Caractérisation des eaux usées

Une caractérisation relativement poussée des eaux usées des opérations d'ennoblissement fut entreprise. Le tableau 1 résume les principaux paramètres.

La première série de caractérisation eut lieu en mars 1980. À cette époque, l'apport de nutriants était fait sous forme de petit lait et de boues de fosses septiques. Le petit lait était ajouté directement dans le bassin d'aération. Une mousse persistante recouvrait les clarificateurs et le bassin d'aération, et plusieurs balles de boues flottaient

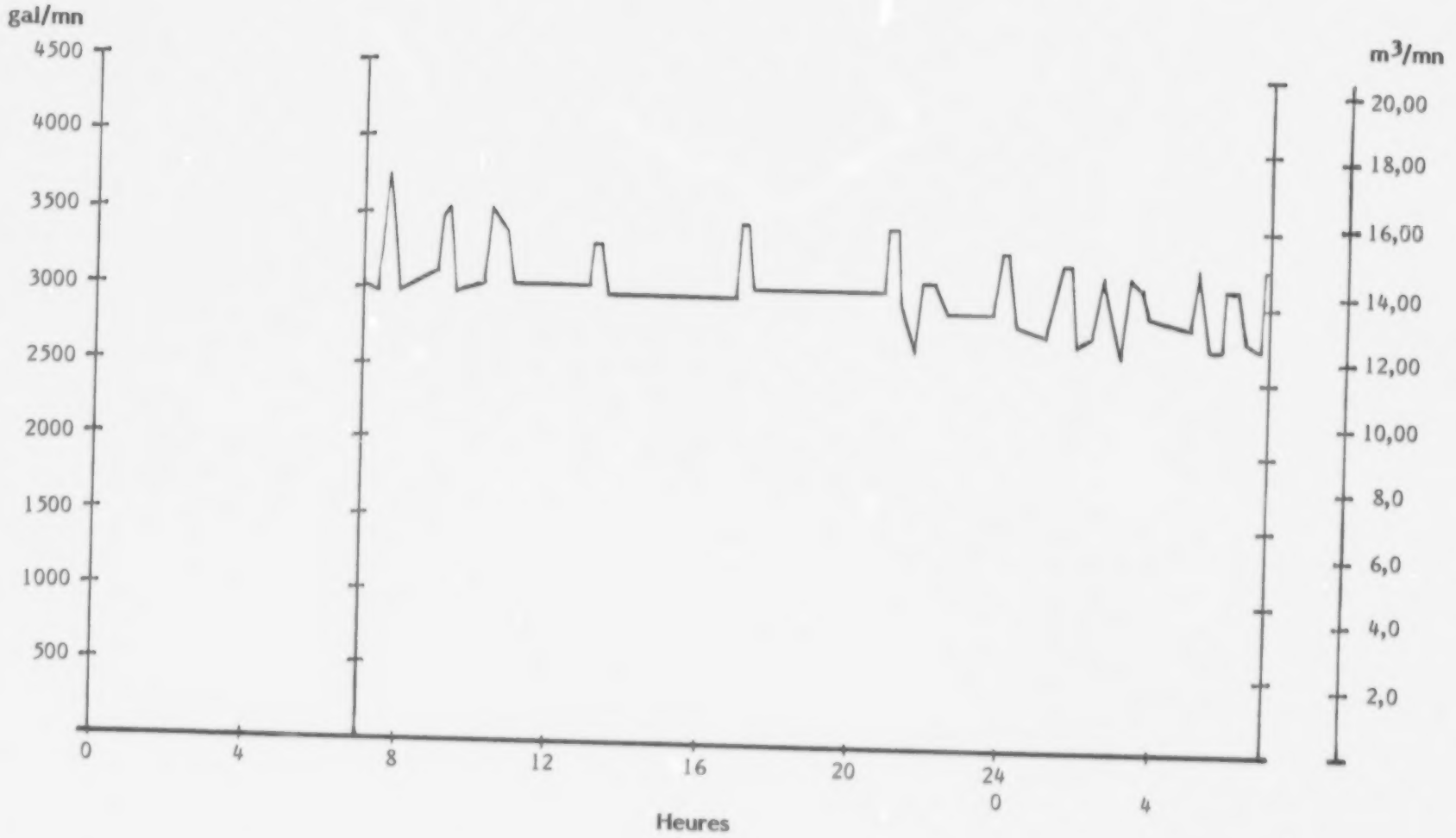


FIGURE 1 Fluctuations de débit

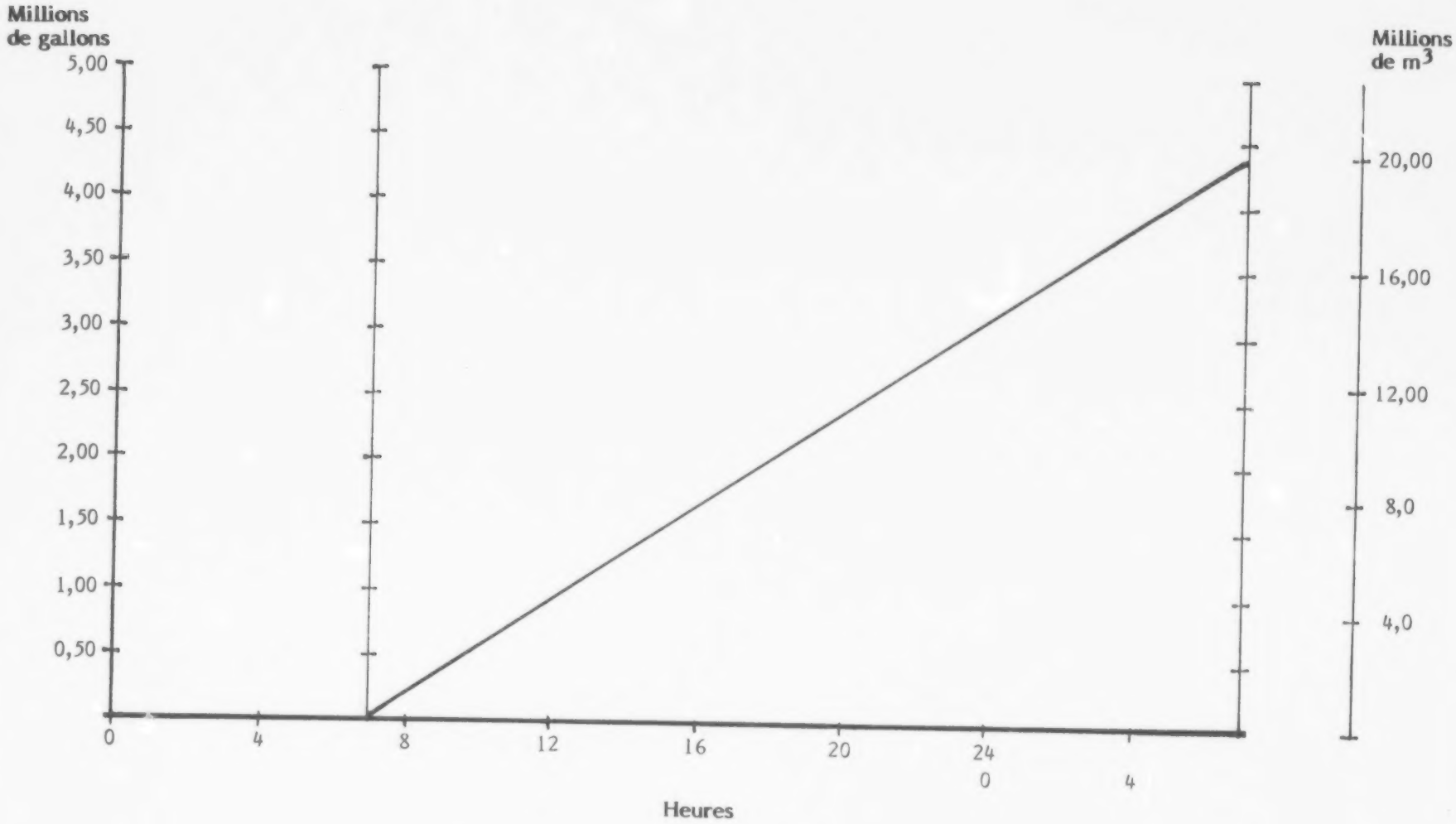


FIGURE 2 Débit cumulatif

Tableau 1
Caractérisation des eaux usées

Date		Paramètres (mg/l) DCO	DBO_5	SS	H&G	PO_4	NTK	NH_3	COT	Alc.
1re caractérisation										
05/03/80	Influent	740	320	90	19	0,36	15	0,6	62	165
	Effluent	470	130	84	10	2	10	0,4	150	365
06/03/80	Influent	740	300	50	60	0,98	15	1,1	280	290
	Effluent	390	93	75	6	1,8	5	0,3	120	330
07/03/80	Influent	780	310	59	14	2	7,5	0,9	270	300
	Effluent	270	60	60	8	1,7	7,5	0,4	130	350
08/03/80	Influent	700	360	48	16	1,1	10	0,6	240	255
	Effluent	390	79	69	6	1,4	10	0,4	120	360
09/03/80	Influent	350	150	50	11	1,6	10	1,4	120	165
	Effluent	270	36	54	24	1,5	10	0,6	70	310
10/03/80*	Influent	120	63	16	5	0,78	10	0,2	40	240
	Effluent	270	83	57	8	1,7	10	3,8	87	310
Débit moyen:	14 530 m^3/j									
2e caractérisation										
27/10/81	Influent	1100	640	160	-	1,4	10	2,1	360	1280
	Effluent	300	180	27	-	0,12	3	0,1	88	740
28/10/81	Influent	1100	740	200	-	1,3	15	0,9	420	1100
	Effluent	360	200	26	-	0,05	3	0,1	120	1000
29/10/81	Influent	940	510	170	-	0,96	9	0,8	370	830
	Effluent	430	220	56	-	0,12	5	0,1	140	1100
Débit moyen:	19 295 m^3/j									

Rapport influent DCO/DBO_5 = 1,94, DCO/COT = 3,04.

* La production arrête le samedi à 17 h 00 et reprend le dimanche à 24 h 00. Ceci peut expliquer l'anomalie notée lors des mesures du 10/03/80. Il s'agissait d'un lundi et les échantillons composés avaient été prélevés à 8 h 00.

dans celui-ci. L'effluent avait une teneur élevée en phosphates et seule une faible partie de l'azote organique présent dans l'influent était utilisée.

La deuxième caractérisation (octobre 1981) montre une forte utilisation de l'azote disponible après l'arrêt de l'ajout de petit lait, et une baisse sensible des phosphates dans l'effluent.

La Dominion Textile n'étant pas équipée pour le traitement des boues, celles-ci n'étaient pas éliminées sur une base régulière. Elles étaient recyclées en totalité dans le bassin d'aération si bien que le système s'autostabilisait par évacuation d'une partie des boues avec l'effluent. Il s'ensuivait la formation de boues âgées et d'un effluent riche en solides en suspension et fortement coloré.

Un calcul du bilan des boues produites fixait l'âge des boues à 50 jours. Dans de telles circonstances, le bassin d'aération, et particulièrement les décanteurs, étaient recouverts d'une mousse épaisse. Par surcroît, le pH dans le bassin d'aération n'était pas tamponné et il dépassait le seuil de 9,5.

Le rapport DCO_t/DBO_t était de l'ordre de 1,94, soit légèrement supérieur au rapport normalement retrouvé dans les eaux d'égout domestiques. Le rapport DCO/COT pour toutes les données était de 3,04. L'influent servant à alimenter quotidiennement la biostation-pilote était un échantillon composé pris sur une période de deux heures. Cette méthode d'approvisionnement en eaux usées a été adoptée à défaut de l'installation d'une conduite d'amenée directe, écartée pour des raisons budgétaires. Comme le montre la figure 3, la qualité des eaux usées alimentant la biostation-pilote était remarquablement proche de celle de l'influent de la station d'épuration de l'usine et elle était représentative tant en ce qui concerne les fluctuations journalières de la DCO que la teneur en DCO totale.

Conformément aux objectifs de l'étude et aux données d'opération de la station d'épuration de l'usine, le programme s'est limité à explorer une gamme de conditions d'opération jusqu'à l'obtention d'une combinaison optimale. Les essais ont débuté avec un temps de rétention (âge) des boues (TRB) de 32 et 40 jours et un temps de séjour hydraulique (TSH) de 25 heures. Des ajustements furent apportés en modifiant le paramètre qui semblait avoir le plus d'influence, jusqu'à ce que l'on obtienne la combinaison jugée optimale. Les résultats sont consignés dans le tableau 2.

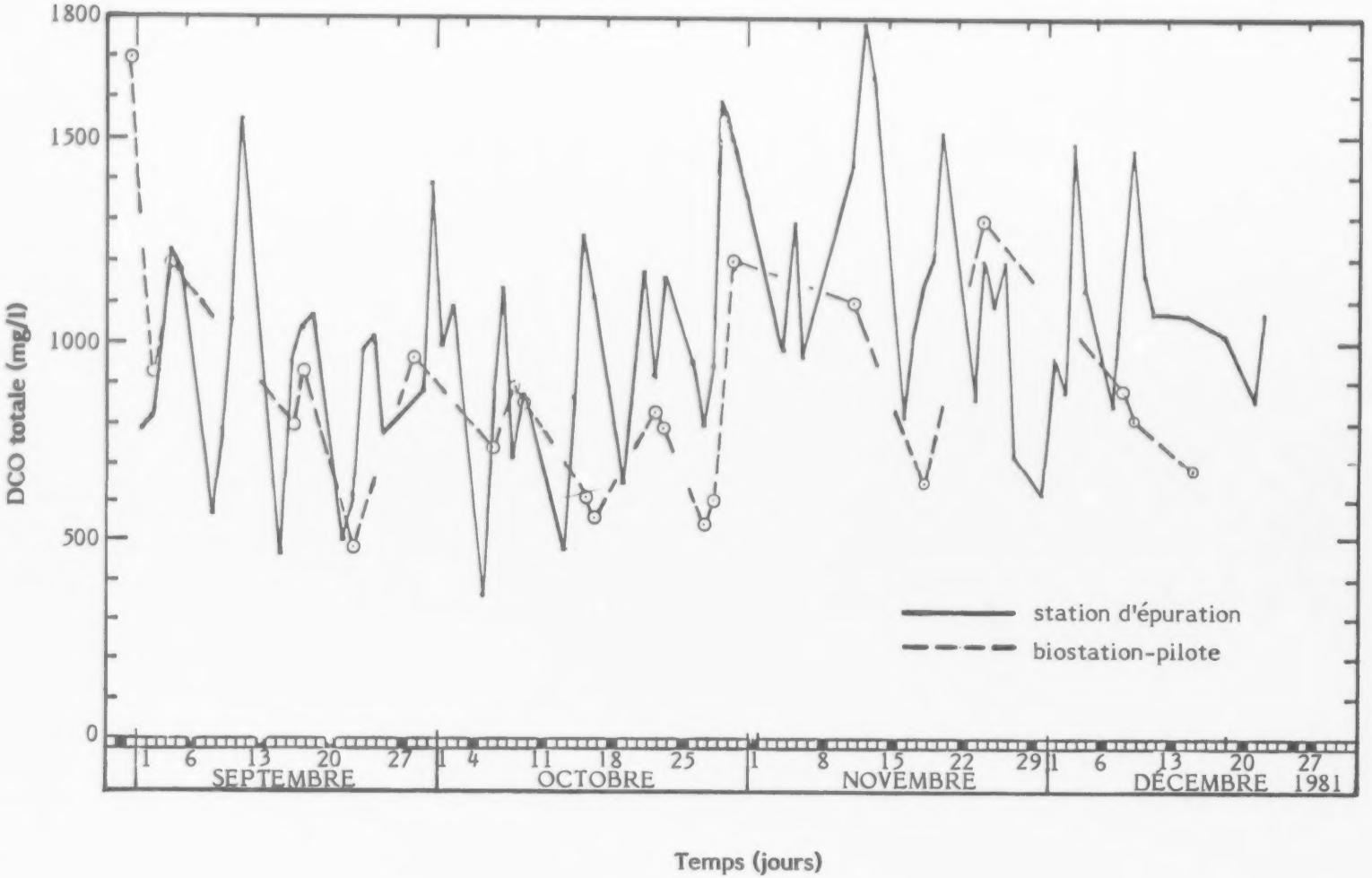


FIGURE 3 Comparaison des eaux usées arrivant dans le bassin d'aération de l'usine et celles alimentant la biostation-pilote

Tableau 2
Sommaire des résultats des essais effectués dans le but de définir les conditions d'opération optimales

Date	Liquide mixte* (g/l)	TRB (j)	TSH (h)	Boues évacuées (g/j)	DCO influent (mg/l)	DCO effluent (mg/l)	DCO éliminée (g/j)	A/M	g de boues évacuées / g de DCO éliminée	Solides* en suspension (effluent, mg/l)	DCO éliminée (%)
28/07 au 16/08/80	2,7	32	25	11,6	660	190	59,5	0,17	0,195	70	71
25/08 au 12/09/80	3,4	40	25	11,2	759	233	66,5	0,15	0,17	60	69,5
20/10 au 07/11/80	2,7	32	22	12,2	640	185	64	0,18	0,19	35	71
23 au 27/03, 13 au 16/04 24 au 01/05/81	4,6	32	22	20,3	856	189	94	0,16	0,21	40	78
18/05 au 15/06/81	4,4	32	18	19,6	845	140	122	0,21	0,16	13	83,5
22/06 au 09/07/81	3,3	21	18	22,8	783	153	109	0,25	0,21	28	80,5
01/09 au 02/10/81	4,6	40	18	15	818	131	119	0,2	0,13	33	84
13/10 au 30/10/81	3,9	32	18	16	680	165	89	0,18	0,18	15	77
07/11 au 18/12/81 ONH_3/pH non ajusté	5,8	30	18	25,4	983	220	132	0,18	0,19	17	78

* Volatils.

7 RENDEMENT DU TRAITEMENT PAR AÉRATION PROLONGÉE EN BIOSTATION-PILOTE

7.1 Diminution de la DCO

Après une période d'acclimatation des boues activées à un apport soutenu en nutriants, le système a fonctionné sans interruption du 28 juillet 1980 au 7 novembre 1980. Durant cette période, on a évalué le fonctionnement du système avec des temps de séjour hydraulique de 25 heures et 22 heures, et des âges des boues de 32 et 40 jours. On dut à quelques exceptions près discontinuer les essais à l'échelle-pilote entre le 8 novembre 1980 et le 1er mai 1981 à cause de défectuosités mécaniques, de débordements dus au colmatage de tuyaux, de pannes d'électricité et de réparations aux racleurs des décanteurs. Les essais reprirent sans interruption jusqu'au 18 décembre 1981.

Les figures 4 à 10 montrent la performance de la biostation-pilote aux différentes conditions d'opération. Les éléments suivants sont retenus:

1. Malgré les variations de DCO à l'influent, les fluctuations de la DCO résiduelle à l'effluent étaient tamponnées.

2. Dans les limites étroites de 20 à 40 jours d'âge pour les boues, le temps de séjour hydraulique prévalait pour ce qui est de l'élimination de la DCO. Il existe cependant une combinaison optimale à l'intérieur de cette plage.

3. L'efficacité augmente si l'on abaisse le temps de séjour de 25 heures à 18 heures.

4. Une diminution de la DCO totale, plafonnant entre 80 et 84 p. 100, est atteinte avec des boues de 20, 30 et 40 jours et un temps de séjour hydraulique de 18 heures.

5. La figure 11 montre la performance du système en fonction de la charge massique (A/M). On note que les meilleures réductions de la DCO totale sont obtenues lorsque le rapport est de 0,20 et plus.

7.2 Élimination des solides en suspension

Les figures 4 à 10 montrent aussi la teneur de l'effluent en solides en suspension. Il s'en dégage ce qui suit:

1. Un abaissement du temps de séjour hydraulique de 25 heures à 18 heures a un effet notable sur la qualité du floc, les propriétés de floculation et de décantation et sur la

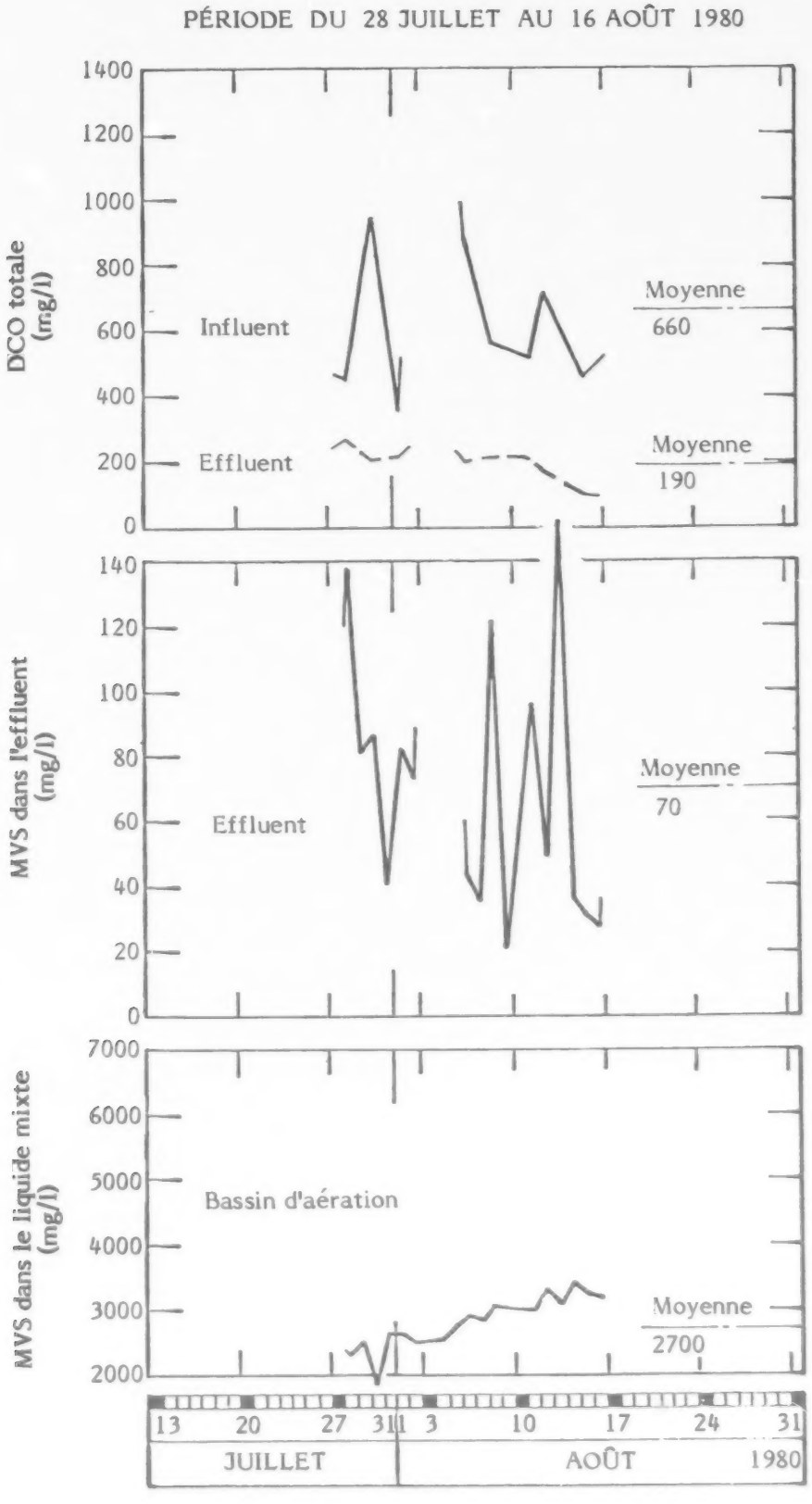


FIGURE 4 Performance de la biostation-pilote
(temps de séjour hydraulique: 25 h; temps de rétention des boues: 32 j)

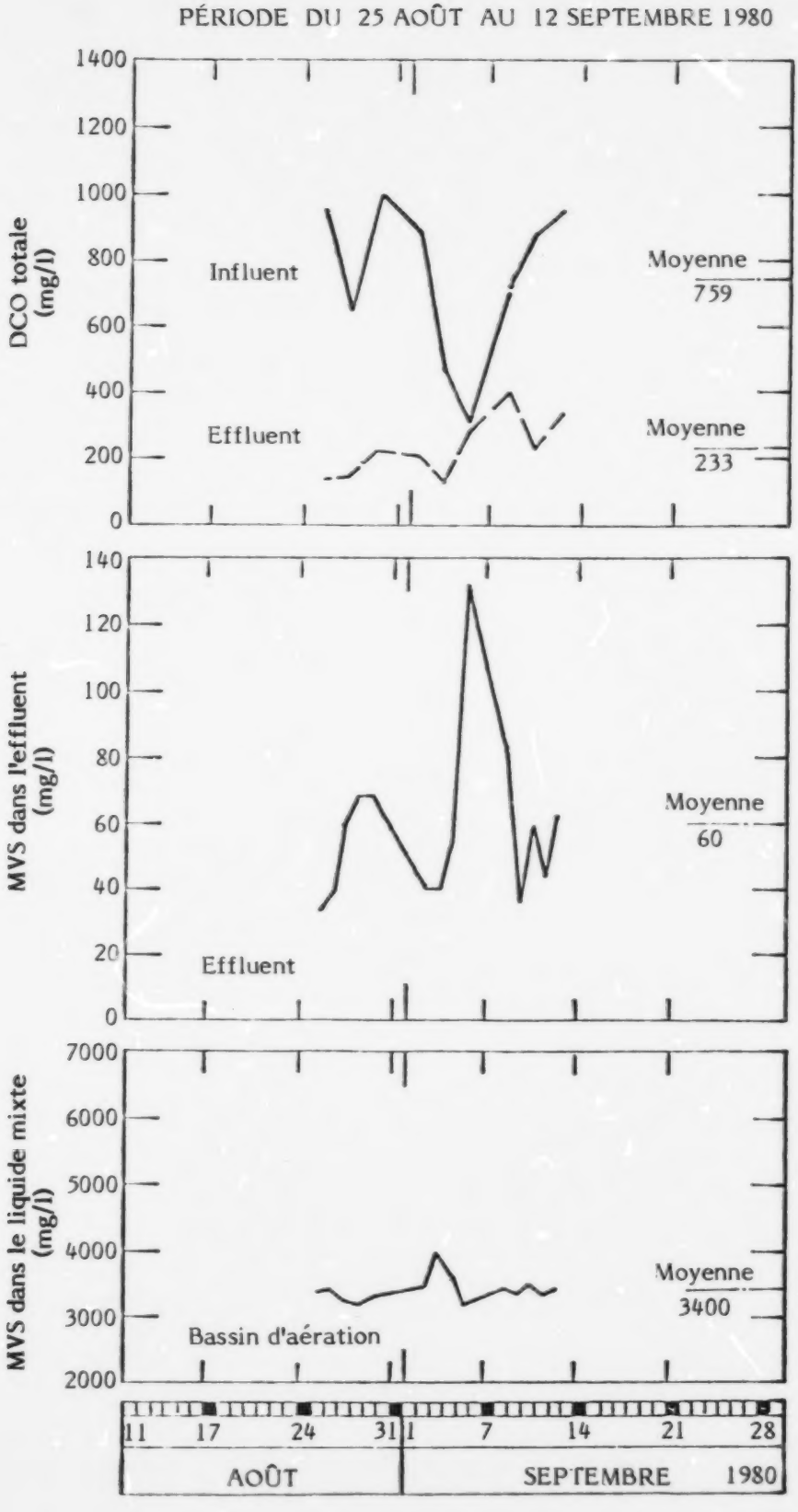


FIGURE 5 Performance de la biostation-pilote
(temps de séjour hydraulique: 25 h; temps de rétention des boues: 40 j)

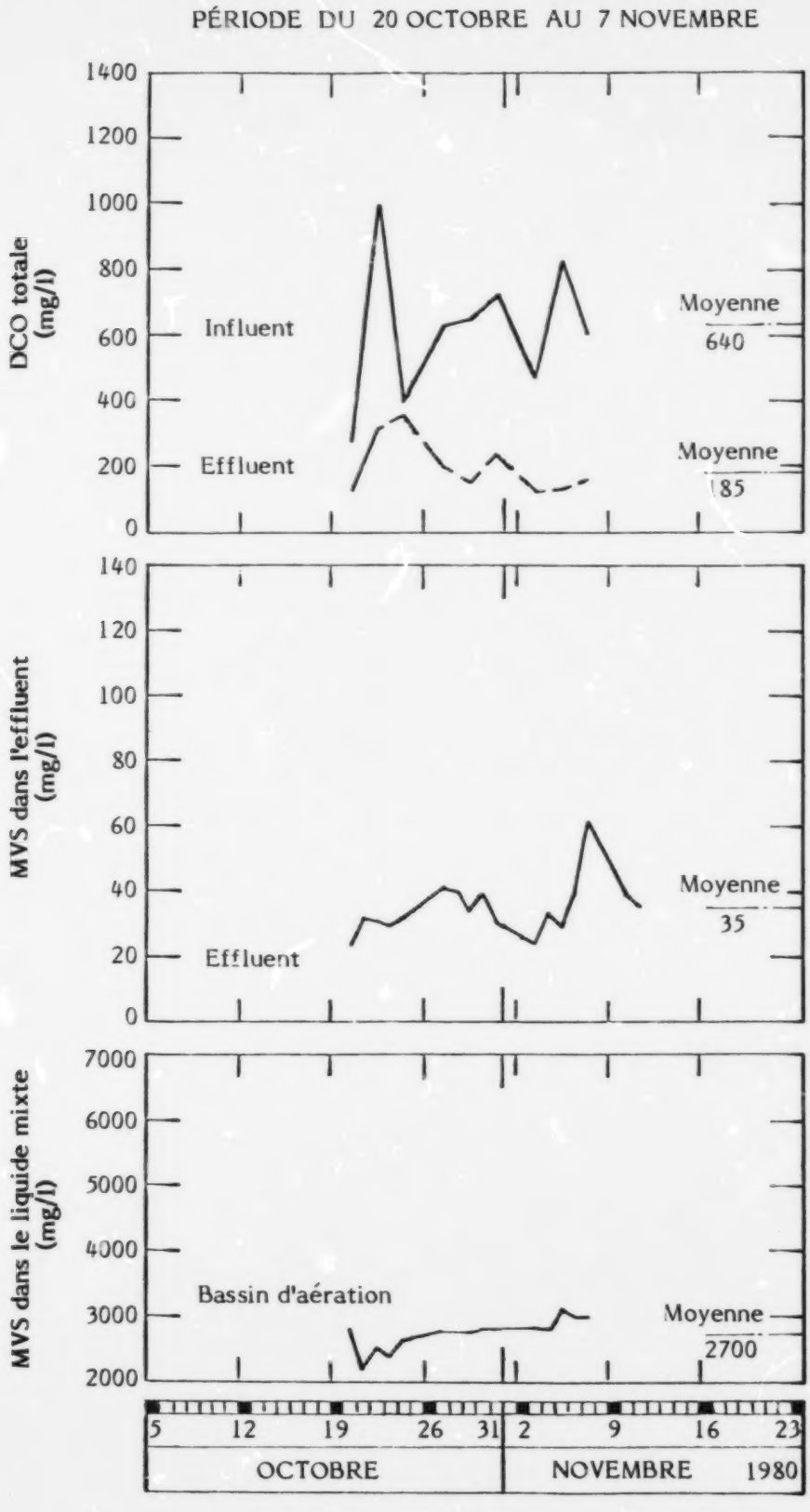


FIGURE 6 Performance de la biostation-pilote
(temps de séjour hydraulique: 22 h; temps de rétention des boues: 32 j)

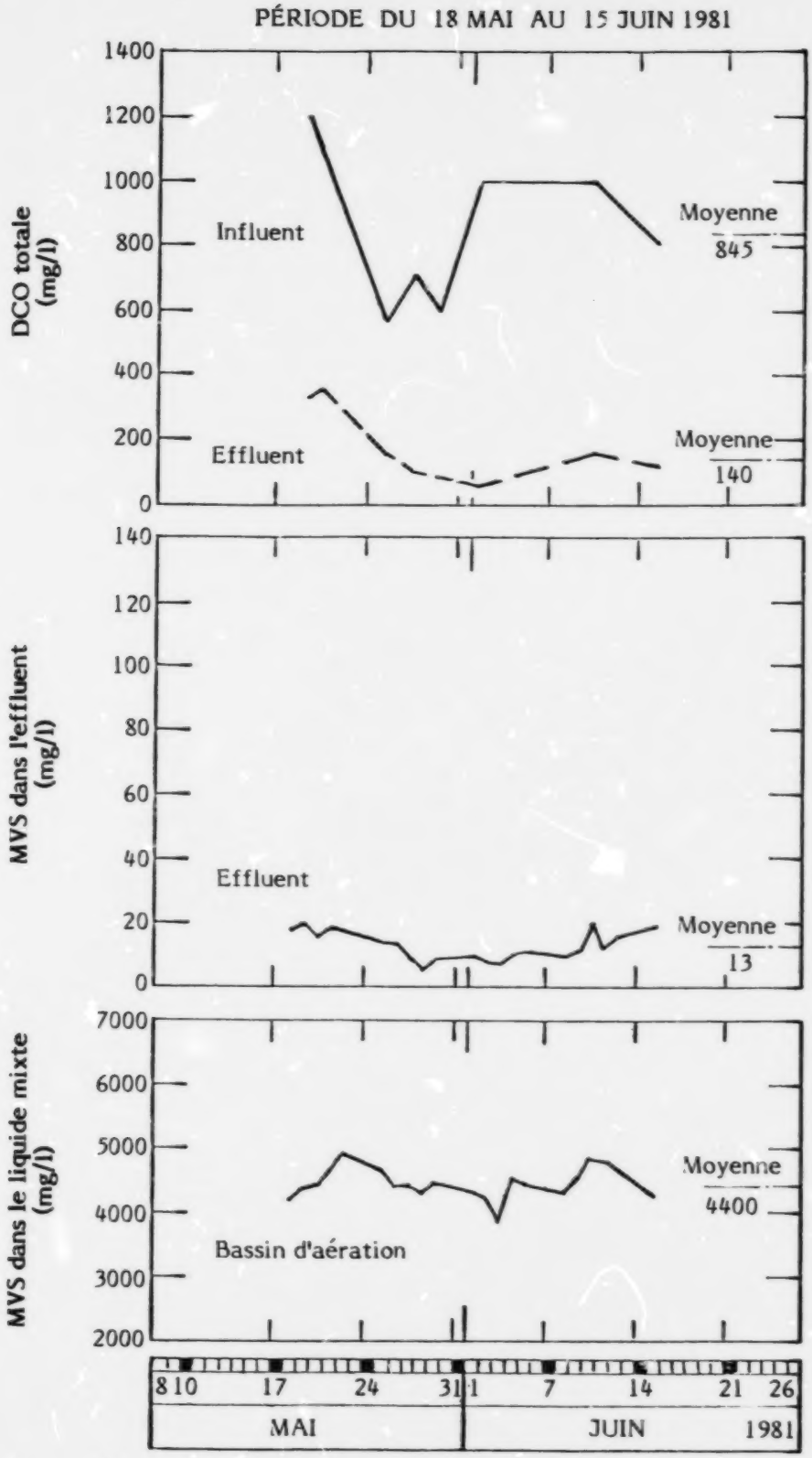


FIGURE 7 Performance de la biostation-pilote
(temps de séjour hydraulique: 18 h; temps de rétention des boues: 32 j)

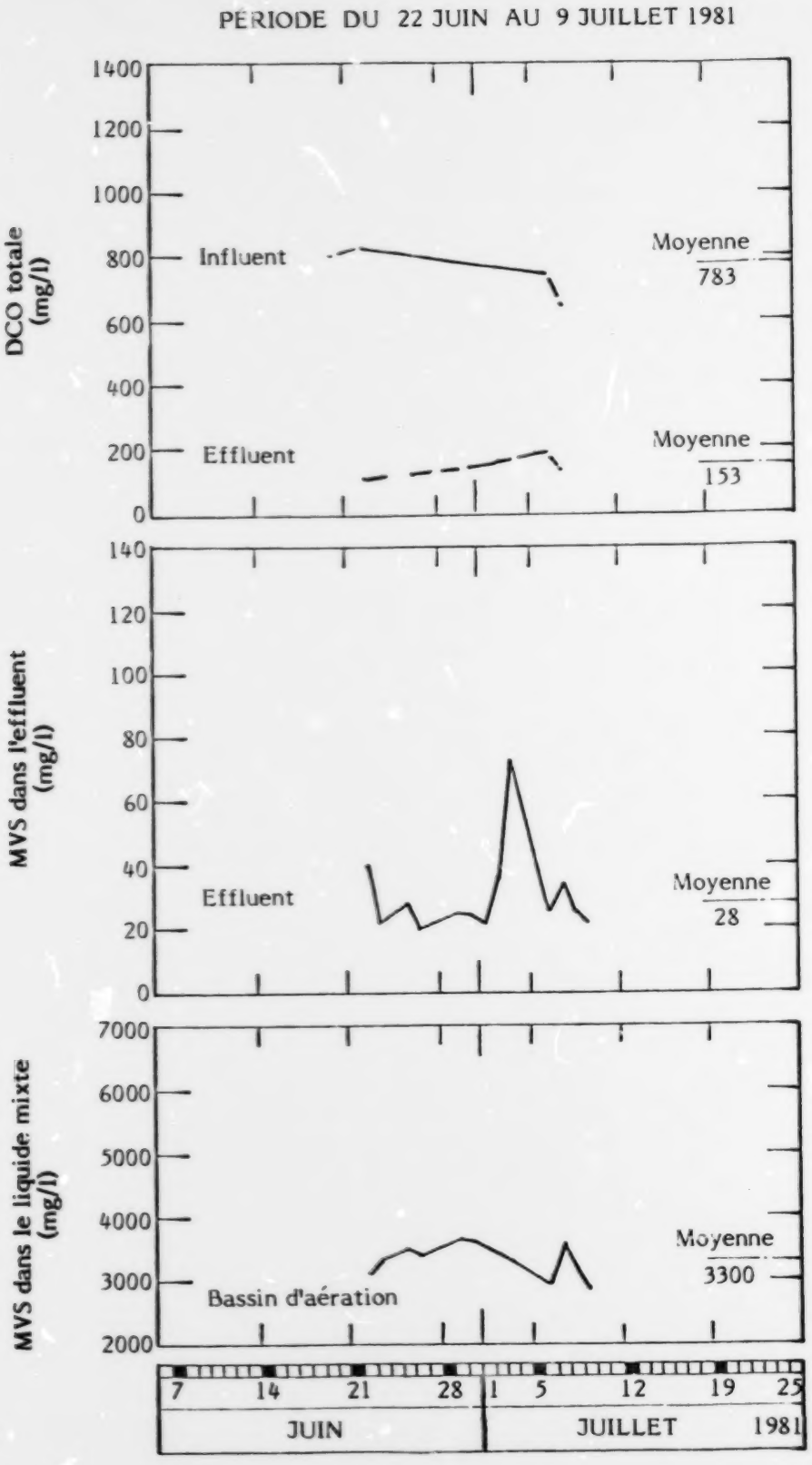


FIGURE 8 *Performance* de la biostation-pilote
(temps de séjour hydraulique: 18 h; temps de rétention des boues: 21 j)

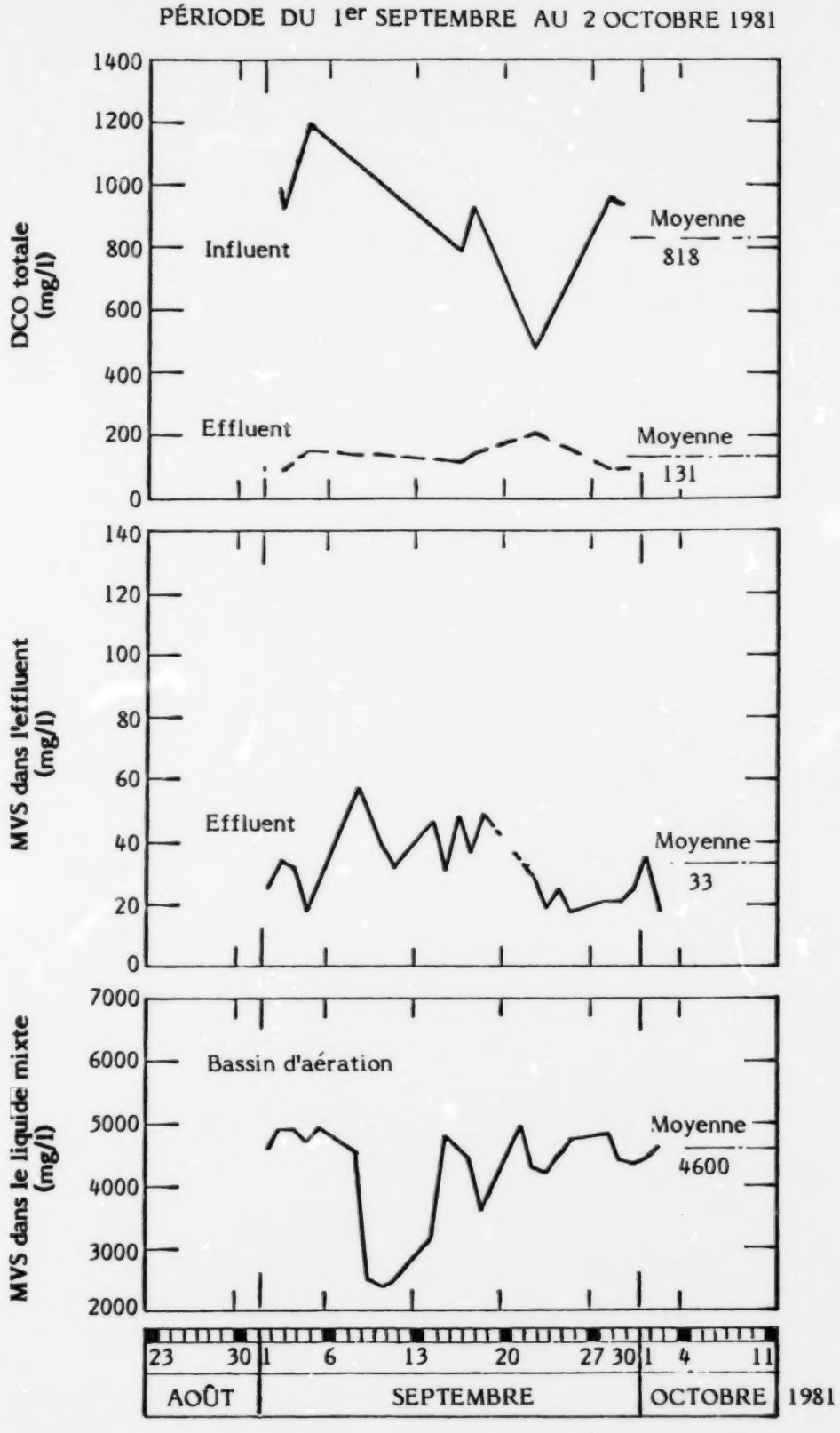


FIGURE 9 ***Performance de la biostation-pilote***
(temps de séjour hydraulique: 18 h; temps de rétention des boues: 40 j)

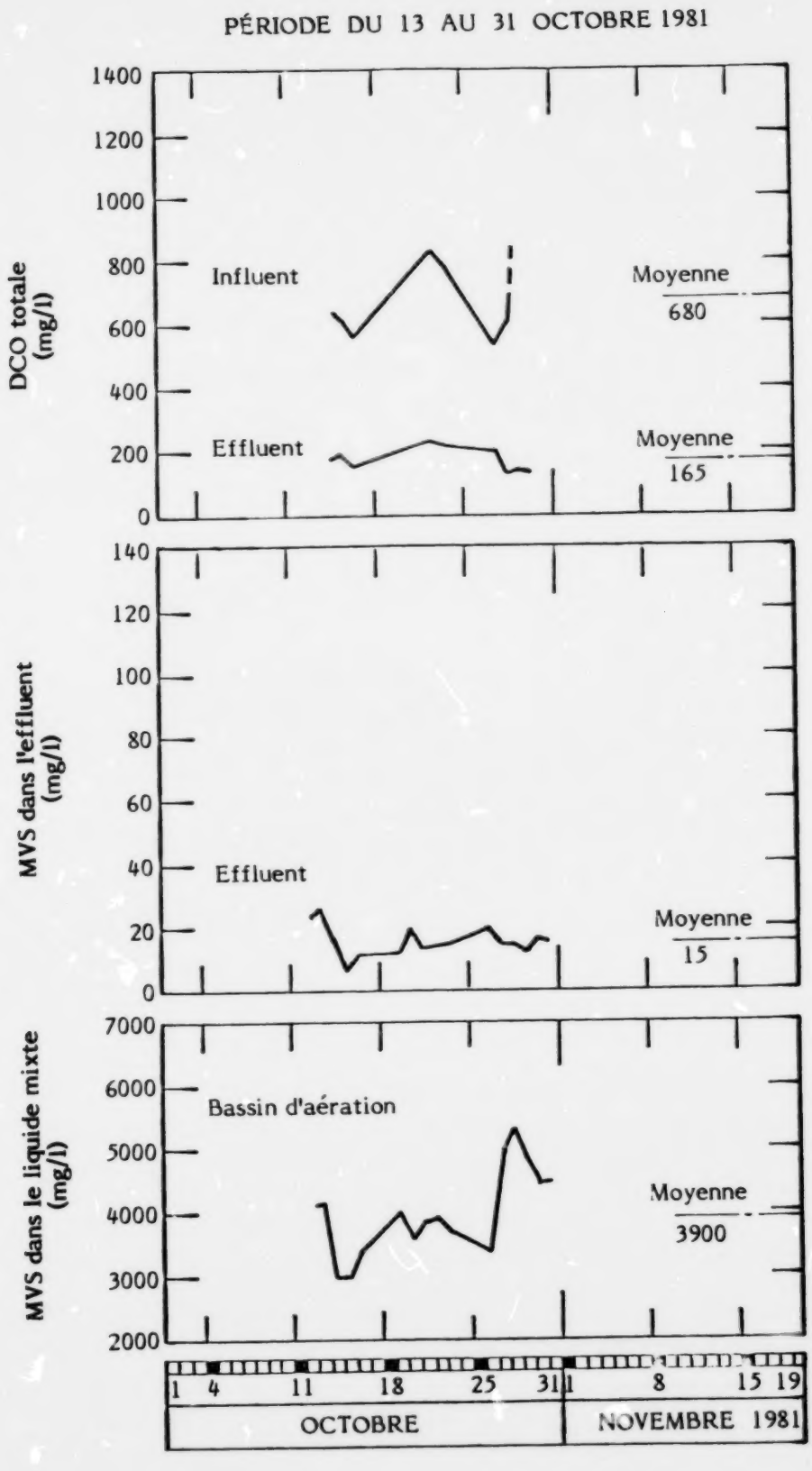


FIGURE 10 Performance de la biostation-pilote
(temps de séjour hydraulique: 18 h; temps de rétention des boues: 32 j)

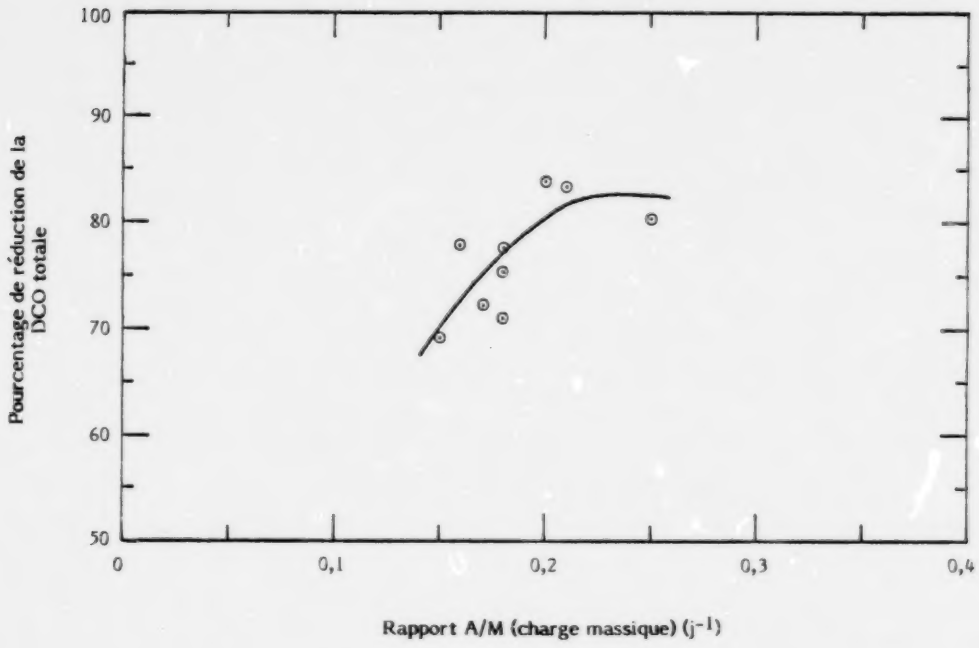


FIGURE 11 Réduction de la DCO totale en fonction de la charge massique

stabilité du système. On observe que les caractéristiques de l'effluent sont beaucoup plus stable à l'approche des conditions optimales.

2. L'âge des boues exerce une influence considérable sur les propriétés de floculation des boues. On observe une amélioration sensible au fur et à mesure qu'on se rapproche d'un âge des boues optimal. La figure 12 illustre l'influence du temps de séjour et de l'âge des boues sur la performance du système.

3. Le système était particulièrement difficile à contrôler avec un temps de séjour hydraulique de 25 heures. La production de boues était insuffisante et par conséquent, le maintien d'un âge des boues supérieur à 40 jours était impossible.

4. Les meilleurs rendements ont été obtenus avec un temps de rétention (âge) des boues de 32 jours et un temps de séjour hydraulique de 18 heures.

En dépit du peu de données disponibles, on a représenté par des courbes de type parabolique la performance du système aux temps de séjour hydraulique de 22 et 25 heures et aux âges des boues (TRB) de 21 et 40 jours. On obtiendrait des courbes similaires à celles passant par les valeurs TSH de 18 heures et TRB de 32 jours si les tests avaient été plus nombreux.

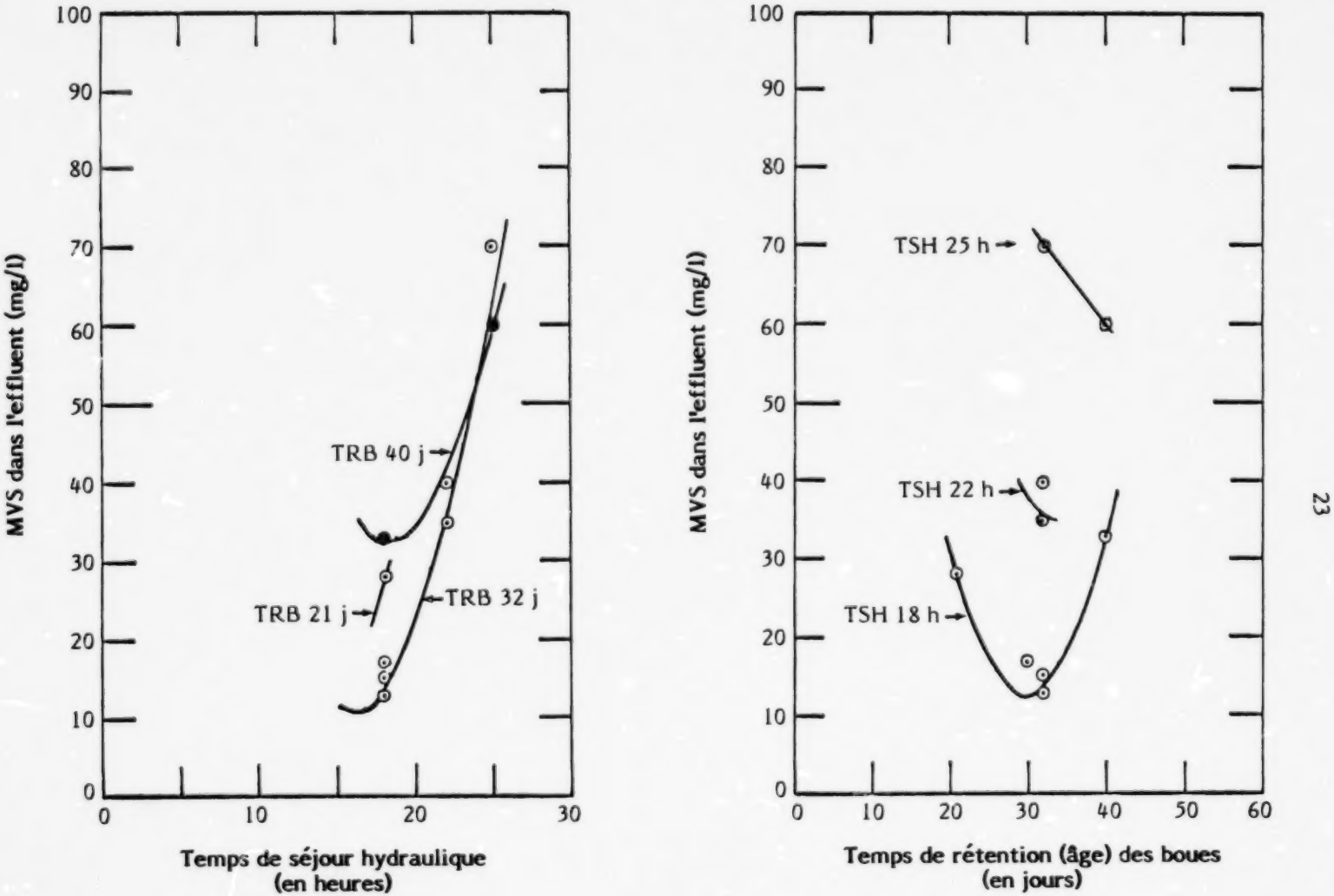


FIGURE 12 Réaction du système à boues activées aux variations de temps de séjour hydraulique et de temps de rétention (âge) des boues

7.3 Stabilité de la biostation-pilote

La biostation-pilote a fait preuve d'une extrême flexibilité et stabilité dans les conditions expérimentales. Deux essais de répétabilité ont été effectués d'une part pour corroborer les résultats obtenus et, d'autre part, pour vérifier la réaction de la biostation. Ces essais ont eu lieu à des périodes différentes, très éloignées l'une de l'autre.

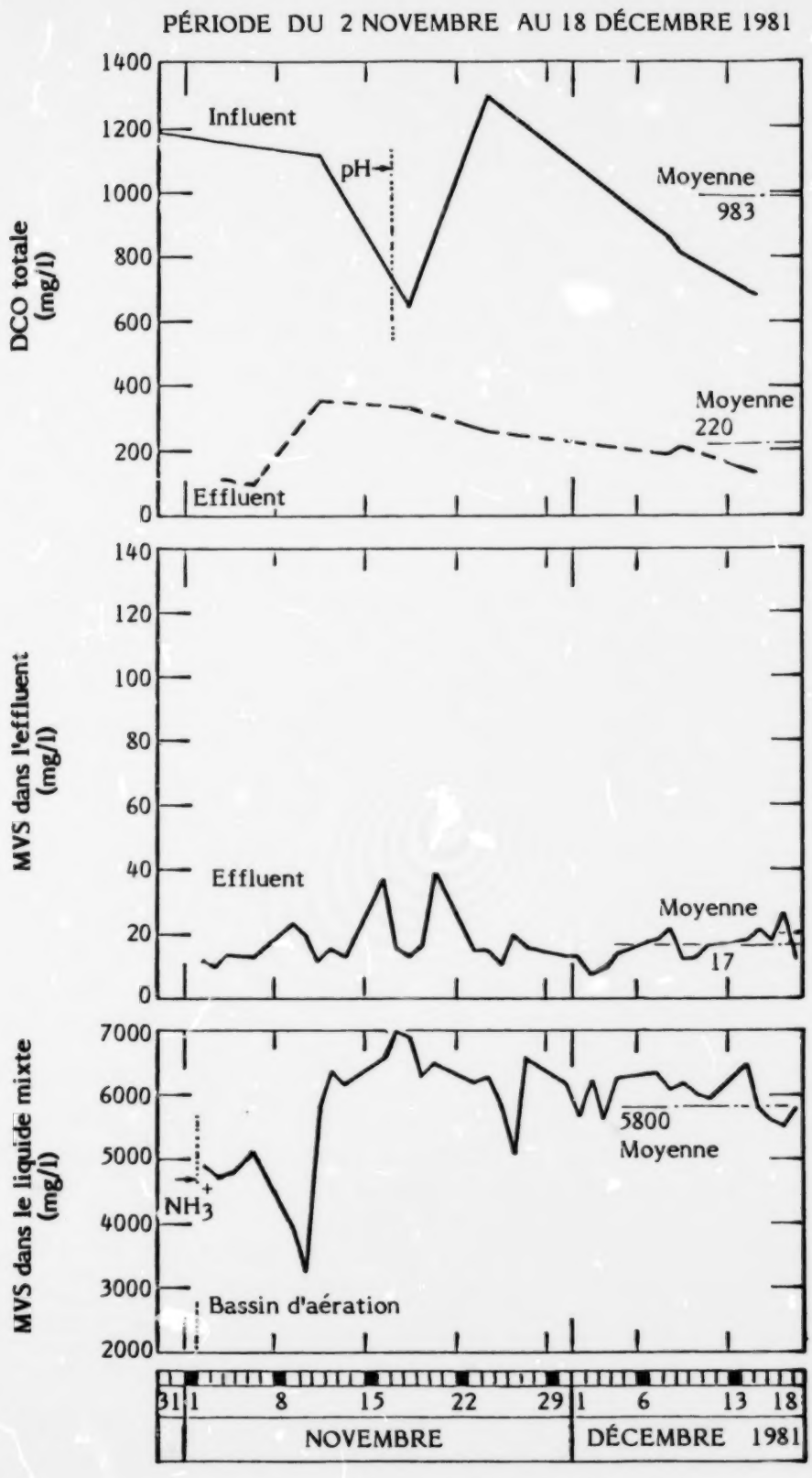
Le tableau 2 résume les observations. On note des résultats sensiblement pareils pour les essais conduits avec un temps de séjour hydraulique de 22 heures et un âge des boues de 32 jours. Des essais de répétabilité au temps de séjour hydraulique de 18 heures et des boues de 32 jours ont confirmé la stabilité de la biostation.

Notons également que le système a bien réagi aux fluctuations journalières de la charge organique.

7.4 Simulation, en biostation-pilote, des conditions existant à l'échelle réelle

Cette série d'essais de simulation consistait à évaluer comment se comporterait le système en régime optimal (TRB, TSH) mais sans ajout d'azote et de phosphore et sans ajustement du pH, puisque tel était le cas à la station d'épuration de l'usine. Tel que déjà mentionné, l'âge des boues à la station d'épuration de l'usine n'y était pas contrôlé, le pH n'était pas neutralisé et l'apport en substances nutritives était fait sous forme de boues de fosses septiques. La performance de la biostation-pilote pour la période du 1er septembre 1981 au 22 décembre 1981 est présentée au tableau A1 (Annexe A).

Les essais de simulation ont été conduits à la suite de ceux destinés à définir les conditions d'opération optimales. Tel qu'indiqué plus haut, le but était d'observer l'efficacité du traitement en biostation-pilote aux conditions jugées optimales, c'est-à-dire TRB de 32 jours et TSH de 18 h, d'abord sans ajout de nutriants puis sans ajustement du pH. On voulait par là évaluer l'impact de ces deux facteurs sur l'épuration. Les résultats présentés à la figure 13 indiquent que l'absence d'apport de nutriants et de contrôle du pH n'ont pas eu d'effets négatifs malgré une surcharge organique de 30 p. 100. En effet, de la fin octobre au 8 novembre 1981, la DCO des eaux usées brutes a passé d'une moyenne de 680 mg/l à 983 mg/l, alors que la masse de boues activées dans le bassin d'aération passait de 3900 mg/l à 5800 mg/l. Cette surcharge a occasionné la formation de mousse à la grandeur du bassin d'aération, ainsi qu'une augmentation des besoins en oxygène. Après cet ajustement biologique et la stabilisation de la masse de boues activées, la mousse avait complètement disparu. La teneur de l'effluent en matières en



16 nov.: Arrêt de neutralisation (par H_2SO_4) de l'influent.
1er nov.: Arrêt d'ajout de nutriants ($(NH_4)_2 HPO_4$) dans le liquide mixte.

FIGURE 13 Performance de la biostation-pilote lors des essais de simulation
(temps de séjour hydraulique: 18 h; temps de rétention des boues: 32 j)

suspension n'a été affectée que légèrement au début des perturbations, et atteignait en moyenne 17 mg/l. La réduction de la DCO était de l'ordre de 78 p. 100, avec une moyenne filtrée à l'effluent de 220 mg/l. Malheureusement, peu d'échantillons ont été recueillis pour l'analyse des nitrates. Le bilan d'azote laisse supposer que l'azote disponible a été utilisé pour la biosynthèse et qu'il ne restait qu'un résidu non disponible de 3 mg de NTK-N par litre. Les résultats indiquent aussi qu'il n'y a pas eu de nitrification.

Dans ces conditions de simulation, le rapport DBO_5/N était de 100/2, donc sensiblement plus faible que le rapport traditionnel de 100/5 ou 100/7, observé durant les deux séries d'essais précédentes effectuées avec un apport suffisant de nutriants, un temps de séjour hydraulique de 18 heures et un temps de rétention des boues de 40 jours dans un cas et 32 jours dans l'autre.

Ces résultats paraissent aux tableaux 3 et 4. La figure 14 montre la réaction du système après que l'on ait cessé d'ajouter un neutralisant. Le traitement biologique a réagi favorablement et avait un bon effet tampon. Le pH moyen durant la période du 17 novembre au 18 décembre 1981 s'est maintenu à 7,6, soit à la même valeur que lors des essais avec neutralisation à 7,2-7,5 des eaux brutes.

7.5 Production de boues et consommation d'oxygène

La figure 15 montre la relation entre la production de boues et la charge massique (A/M), se traduisant par l'équation $1/TRB = 0,2\ A/M - 0,006$.

D'après ces essais, la production de boues est calculée à 0,2 g de solides par g de DCO éliminée. Ce chiffre tient compte des boues évacuées sous forme de solides en suspension dans l'effluent après décantation secondaire. Les essais de détermination de la consommation d'oxygène par la masse biologique aux conditions optimales montraient une consommation de l'ordre de 0,2 mg d'O_2/j/mg de liquide mixte. Il faut noter que la droite de la figure 15 est extrêmement sensible au nombre de points expérimentaux.

7.6 Décoloration des eaux usées

L'évaluation de la décoloration des eaux usées par le traitement biologique a été effectuée du 1er septembre 1981 au 18 décembre 1981, parallèlement aux essais conduits avec un temps de séjour hydraulique de 18 heures et un âge des boues de 40 et 32 jours, ainsi qu'aux essais de simulation sans ajout de nutriants et sans ajustement du pH.

Tableau 3
Bilan d'utilisation de l'azote en régime contrôlé

Date	Âge des boues (jours)	Temps de séjour hydraulique (heures)	DBO_5 (mg/l)	Azote utilisé (mg/l)	Rapport DBO/N
13/10 au 30/10/81	32	18	170	13	100/7
1/09/81 au 2/10/81	40	18	370	35	100/5

Tableau 4
Sommaire des résultats d'opération sans ajout de nutriants et sans ajustement du pH

Date	Paramètre	Influent (mg/l)	Effluent (mg/l)	Échantillons composés prélevés
6/11/81 au 15/12/81	DCO totale	983	243	6
	DCO filtrée	656	220	6
	DBO_5 totale	350	18	6
	DBO_5 filtrée	310	17	6
	TKN-N	9	3	5
	NO_2/NO_3-N	0,7	0,63	3
	NH_3-N	0,3	0,1	5
	PO_4-P	0,9	0,5	5

Rapport DBO_5/N = 100/2

La couleur vraie était mesurée par absorption, à trois longueurs d'onde (4222 Å, 5848 Å et 6459 Å). La couleur de référence de la rivière Magog était de 0,000. La figure 16 illustre les résultats obtenus.

Il ressort de ces essais que:

1. Le traitement biologique décolore fortement les eaux usées mais une certaine coloration persiste.

2. Le traitement a démontré un bon effet tampon malgré les fluctuations de couleur de l'influent.

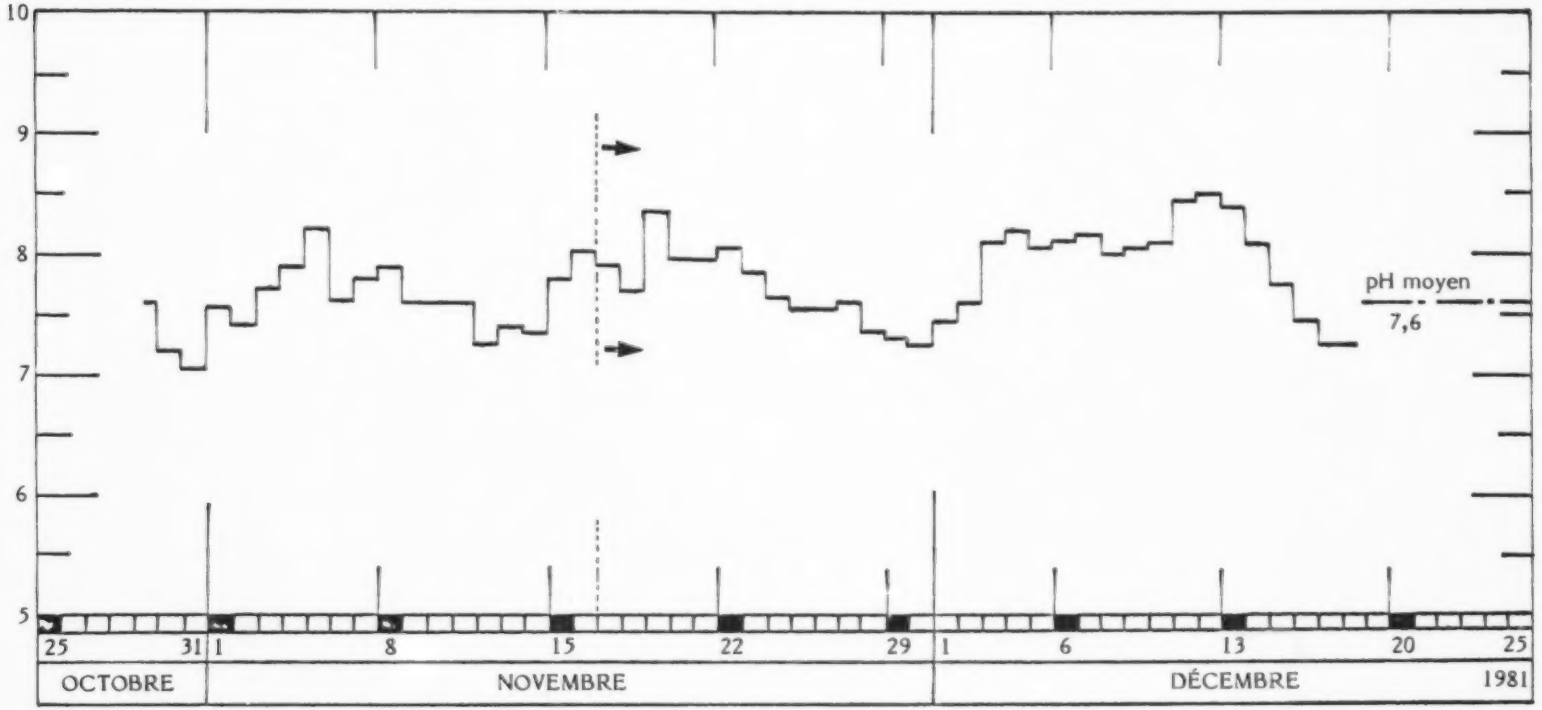


FIGURE 14 pH moyen dans le bassin d'aération
(arrêt de la neutralisation de l'influent le 17 novembre 1981)

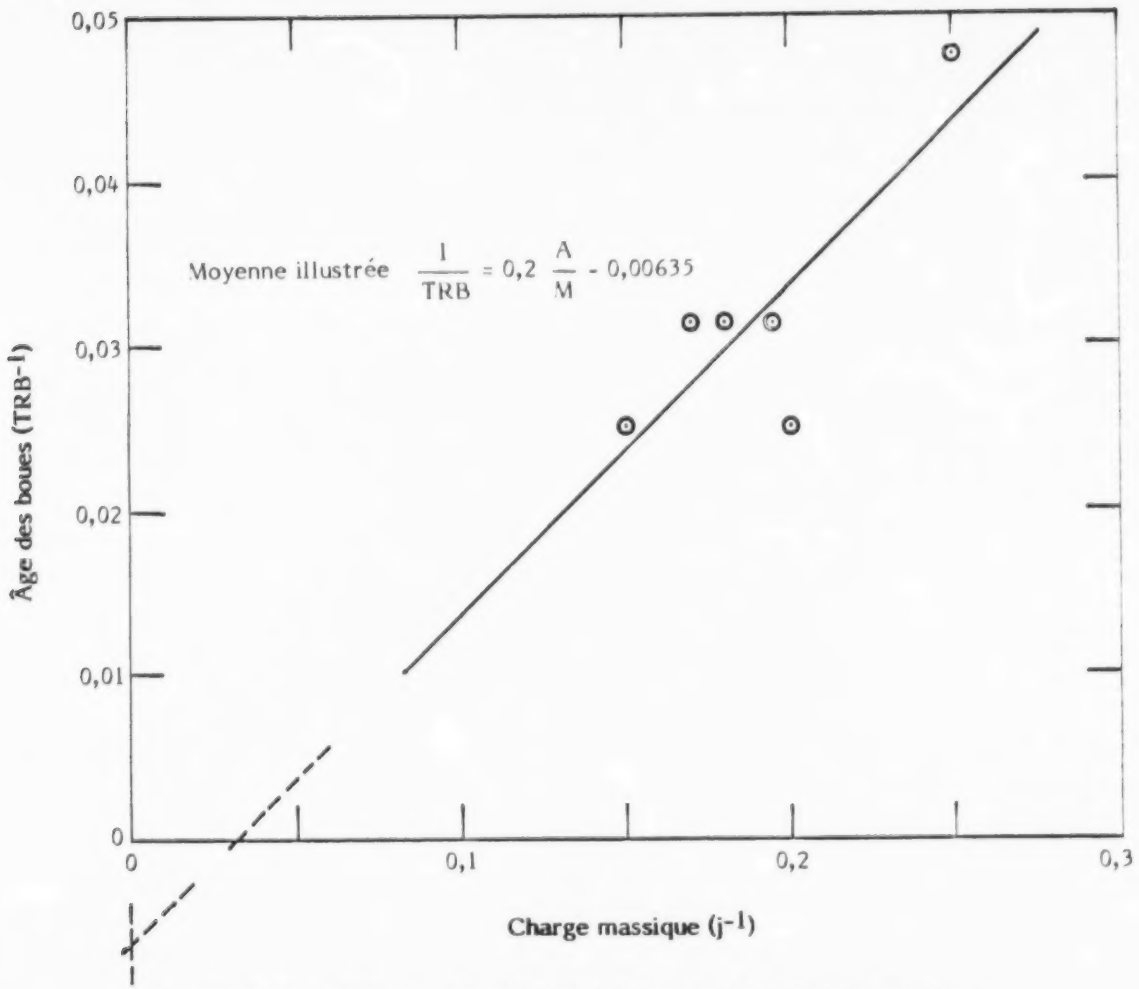
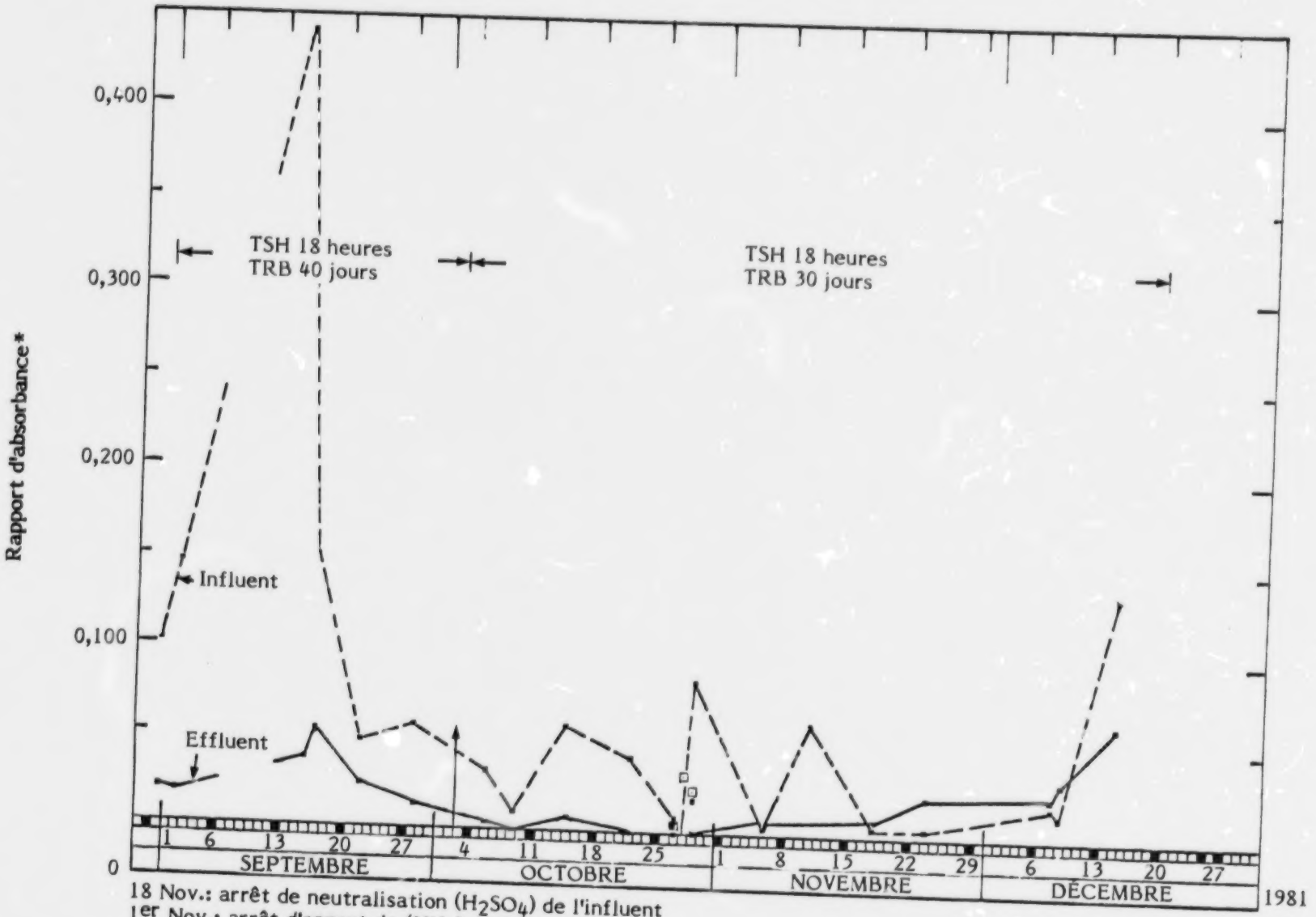


FIGURE 15 Relation entre l'âge des boues et la charge massique

3. La meilleure décoloration a été obtenue au temps de séjour de 18 heures et un âge des boues de 32 jours; la couleur était alors très proche de 0,000. À l'examen visuel, un échantillon de 1 litre présentait une légère coloration rose ou mauve, alors que le même échantillon examiné au travers d'une éprouvette semblait parfaitement décoloré.

4. La déficience en nutriants semble influencer la décoloration. Les données indiquent que les eaux traitées étaient parfois plus colorées que l'influent.

5. La décoloration dépend fortement de l'intensité de la couleur de l'influent et des types de colorants utilisés.



18 Nov.: arrêt de neutralisation (H_2SO_4) de l'influent
1er Nov.: arrêt d'apport de $(NH_4)_2 HPO_5$ dans l'influent

* Rapport moyen d'intensité lumineuse, en transmission, entre l'entrée et la sortie, à trois longueurs d'onde du spectre visible, dans le rouge (4222 Å), le jaune (5848 Å) et le bleu (6459 Å)

FIGURE 16 Décoloration des eaux usées

7.7 Réduction de la DCO et atténuation de la couleur par charbon actif pulvérulent

Une série d'essais en laboratoire ont été effectués avec du charbon actif pulvérulent dans le but d'examiner le potentiel de réduction de la DCO résiduelle. Comme le montre la figure 17, les résultats sont probants: 0,000 pour la couleur et DCO résiduelle après filtration de 50 mg/l. Visuellement, l'eau traitée au charbon était parfaitement décolorée. Le charbon actif a amélioré de 64 p. 100 la réduction de la DCO, ce qui portait à 95 p. 100 la réduction totale de la DCO. Ces résultats corroborent ceux rapportés par Bettens (1979) ainsi que Shaul *et al.* (1983).

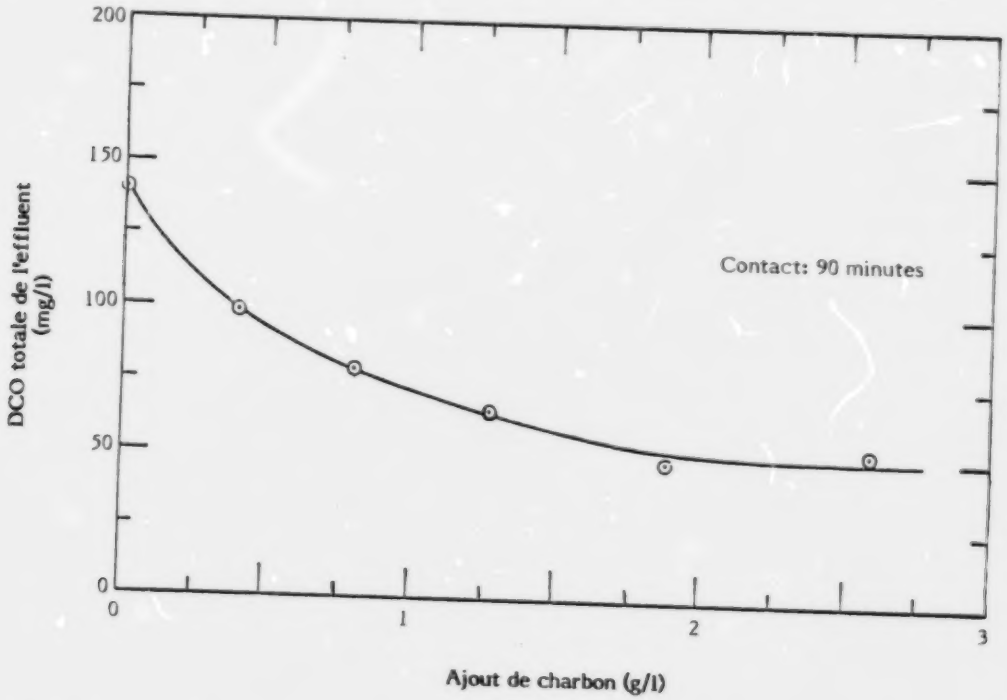


FIGURE 17 Réduction de la DCO totale par ajout de charbon actif pulvérulent

On a calculé que l'ajout de charbon actif au dosage maximal de 50 g/m^3 devrait, à l'équilibre, donner des résultats semblables. Le charbon utilisé dans cette étude était de l'Hydro Darco-C.

Il est à noter que ces essais n'ont pas été poursuivis à l'échelle-pilote, et que d'autres types de charbon n'ont pas été évalués. Sur la base du prix d'achat de ce charbon (1,53 $ le kilo en $ 1983) et à raison de 50 g de charbon/m^3, il en coûterait au-delà de 500 000 $ par année, sans compter l'équipement requis. Si toutefois on ne cherchait qu'à

parfaire la décoloration des eaux usées, la quantité de charbon requise serait inférieure à 50 g/m^3.

7.8 Essai de toxicité

Un essai de toxicité létale aiguë a été effectué avec les eaux traitées, sous un régime d'âge des boues de 32 jours et un temps de séjour de 18 heures. Aucune toxicité létale aigue n'a été notée. Les résultats sont donnés à l'Annexe B.

8 IMPLANTATION DES RECOMMANDATIONS À LA STATION D'ÉPURATION

Les résultats obtenus à l'échelle-pilote avaient démontré qu'au temps de séjour nominal de l'usine, l'âge des boues était le facteur qui influençait le plus le rendement de la station. Les déficits en nutriants agissaient surtout sur la décoloration. L'azote disponible semble avoir été utilisé pour la biosynthèse uniquement mais on ne peut affirmer que l'azote disponible suffisait aux besoins de la masse biologique. Durant cette même période d'évaluation, l'effet tampon des boues activées a permis de remédier aux fluctuations du pH.

Pour nos observations, le temps de rétention des boues à la station d'épuration de la Dominion Textile, à Magog, a été ajusté à 30 jours conformément aux résultats des essais-pilotes. Cette évaluation a eu lieu du 14 avril au 30 juin 1982, une fois l'âge d'équilibre atteint.

Avant cela, les décanteurs étaient recouverts d'une épaisse couche de mousse et de la mousse entourait les plate-formes des aérateurs qui ne fonctionnaient pas. Étant donné que seulement quatre aérateurs sur huit étaient en opération, il fallait s'assurer que la masse de boues en suspension recevait suffisamment d'oxygène dissous et que le mélange se faisait bien. Par conséquent, des prélèvements étaient effectués dans le fond du bassin d'aération pour mesurer l'oxygène dissous et vérifier si le mélange était homogène. Les résultats indiquaient un bon mélange et une oxygénation amplement suffisante. Voir les figures 18, 19 et 20 pour les résultats des essais effectués.

La figure 18 montre l'évolution de la DCO totale dans l'influent et l'effluent en fonction du temps. Le taux de réduction moyen a été de 79 p. 100. La teneur moyenne de l'influent en matière organique était de 870 mg/l et celle de l'effluent, 182 mg/l. Cette performance soutenue pendant les deux mois et demi qu'a duré cette évaluation témoigne de l'efficacité de la stratégie adoptée et de la fiabilité de l'évaluation à l'échelle-pilote.

On se souvient que le taux d'élimination de la DCO totale en biostation-pilote se situait autour de 79 p. 100. On note aussi que la mousse qui était sur les décanteurs et dans le bassin d'aération avait complètement disparu. Dans les conditions optimales d'opération à l'échelle-pilote, on n'avait d'ailleurs pas connu de problèmes de mousse, et nos observations à l'échelle-pilote se trouvaient ainsi confirmées.

La figure 19 montre l'efficacité du traitement aux boues activées par rapport aux solides en suspension. La teneur de l'effluent en MSS était en moyenne de 20 mg/l.

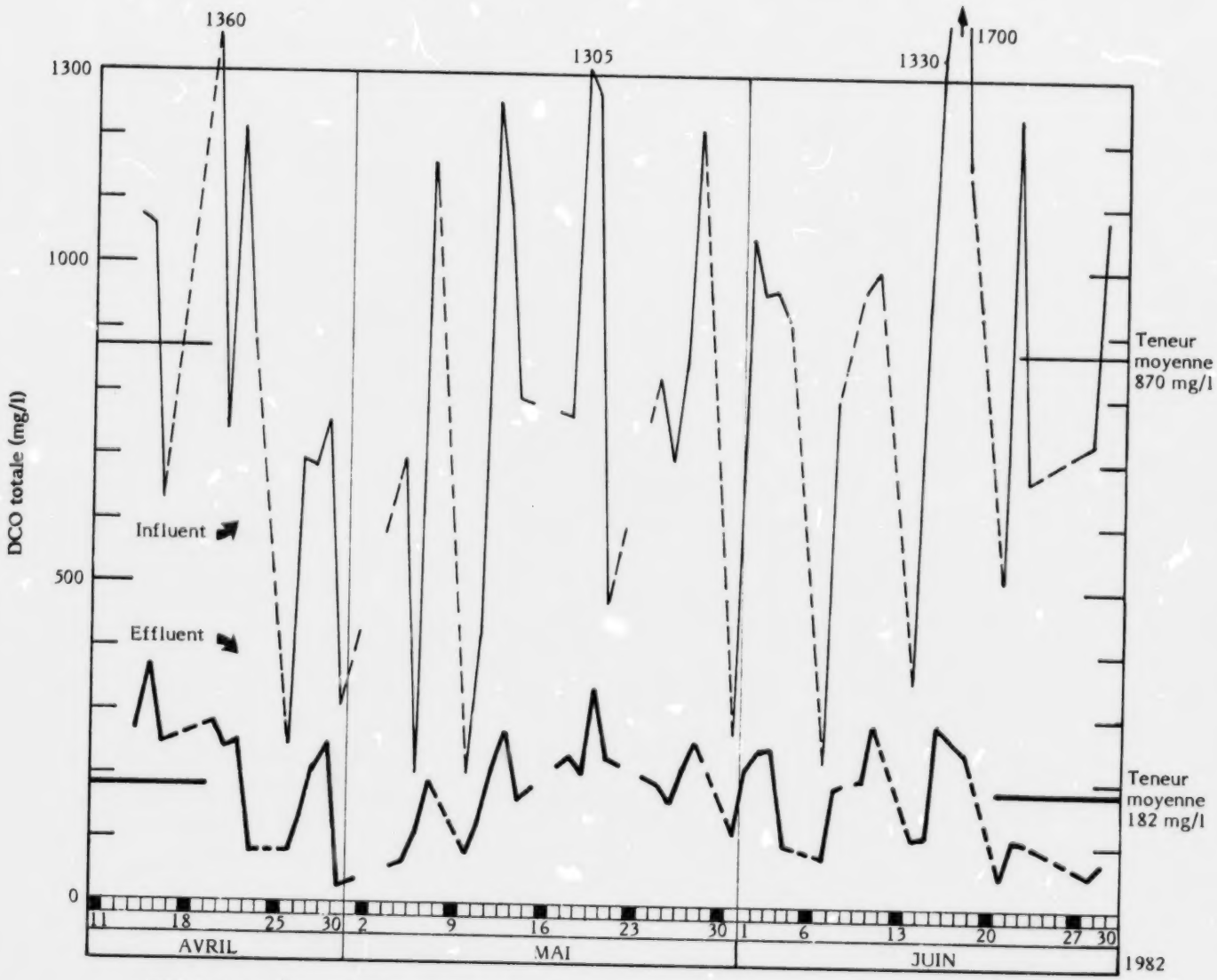


FIGURE 18 *Élimination de la DCO totale* (station d'épuration de la Dominion Textile, à Magog)

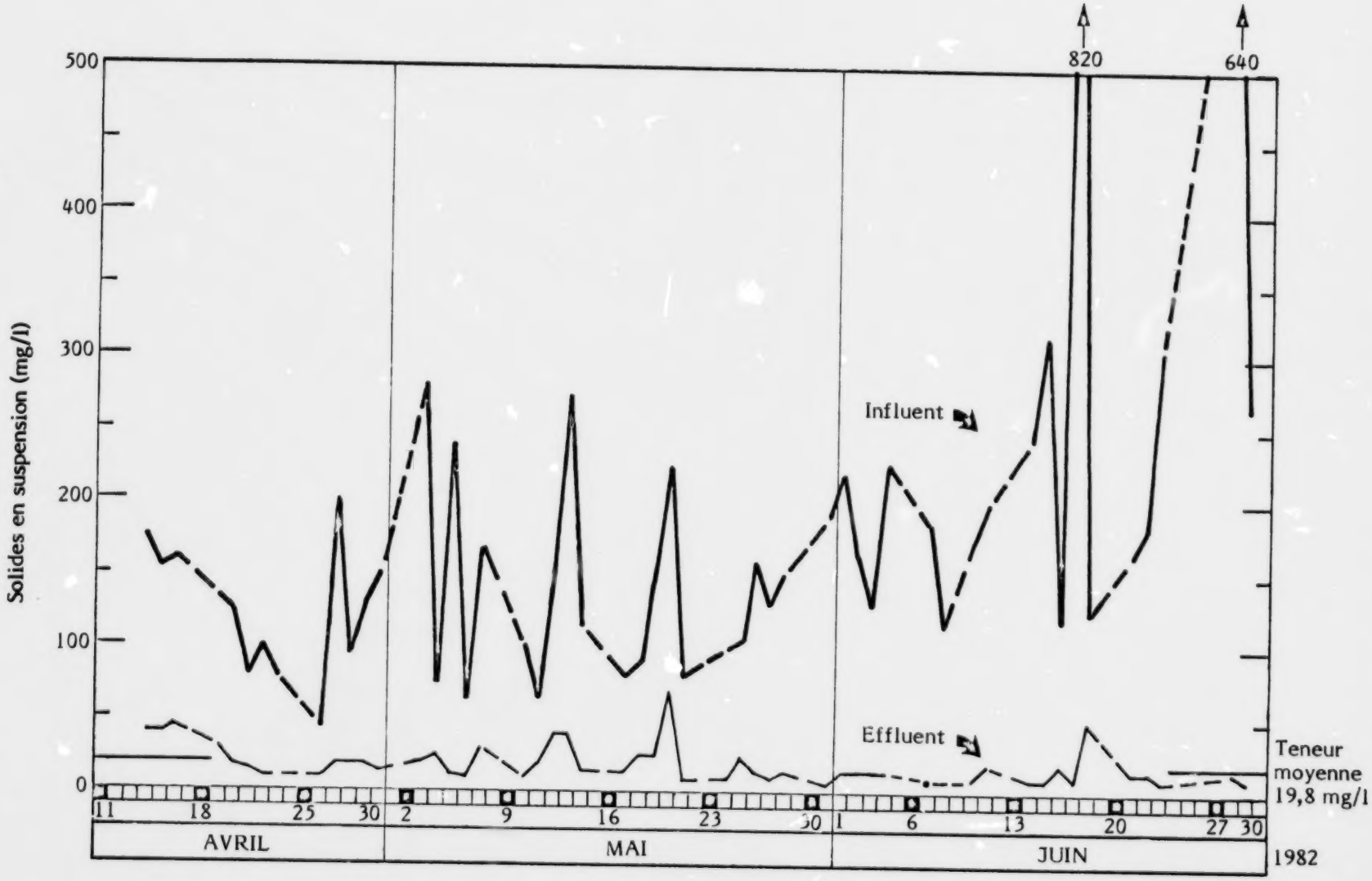


FIGURE 19 *Élimination des matières solides en suspension* (station d'épuration de la Dominion Textile, à Magog)

Ces résultats sont conformes à ceux obtenus à l'échelle-pilote sous un régime identique d'opération, soit sans ajustement du pH ni apport de nutriants.

La figure 20 montre les fluctuations du pH qui, nous le rappelons, n'était pas ajusté. On constate que le pH de l'influent s'est élevé jusqu'à 11,8. On notera l'effet produit par le seul fait d'avoir modifié l'âge des boues. En opérant avec un âge des boues de 30 jours, la production de dioxyde de carbone (CO_2) par la masse de boues activées était suffisante pour neutraliser le pH des eaux usées brutes et on a obtenu l'effet tampon voulu. Le pH de l'effluent et donc celui dans le bassin d'aération, variait entre 7 et 9. Ces résultats sont comparables au pH de 7 à 8,5 enregistré lors des essais de simulation à l'échelle-pilote effectués durant la période où l'on avait interrompu la neutralisation de l'influent (se reporter à la figure 14).

Par rapport à la situation qui prévalait avant l'implantation des recommandations faites suite aux essais en unité-pilote, on note une amélioration remarquable consécutive au contrôle de l'âge des boues (tableau A2 de l'Annexe A). Les déficits en azote ne semblaient pas avoir d'effets particuliers sur la performance du système. Il faut dire que les seules substances nutritives ajoutées étaient celles contenues dans les boues de fosses septiques déversées régulièrement dans la station d'épuration. Comme on ne tient aucun bilan des quantités de nutriants ainsi ajoutées, il est difficile d'évaluer leur effet compensatoire.

Les résultats des études-pilotes indiquaient que le rapport traditionnel DBO_5/N de 100:5 n'était pas respecté mais qu'un rapport de 100:2 donnait d'aussi bons résultats, sauf en ce qui concerne la décoloration. Il serait bon quand même de s'assurer que les déficits en nutriants soient comblés et que le pH soit ajusté advenant des effets négatifs sur une période d'évaluation plus longue.

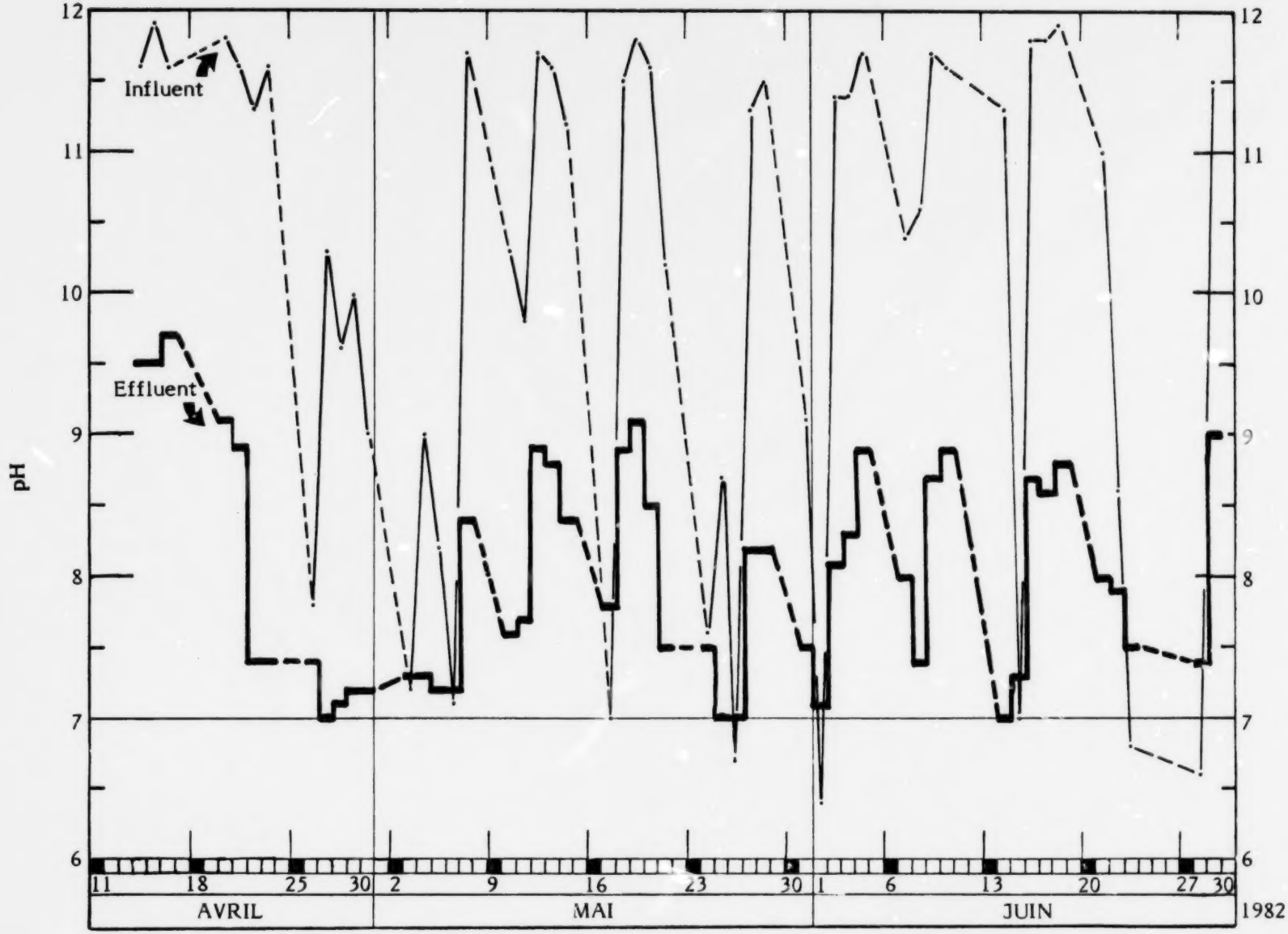


FIGURE 20 ***Fluctuations du pH*** (station d'épuration de la Dominion Textile, à Magog)

9 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

1. Cette étude a démontré que le traitement biologique était efficace pour l'épuration des eaux usées d'une usine d'ennoblissement des tissus.

2. Les meilleurs rendements ont été obtenus avec un âge des boues de 32 jours et à un temps de séjour de 18 heures, un apport suffisant de nutriants et ajustement du pH.

3. À l'intérieur de la limite de 30 à 40 jours pour l'âge des boues, le temps de séjour hydraulique est le facteur prépondérant pour ce qui touche la réduction de la DCO.

4. La décoloration par traitement biologique dépend essentiellement de l'intensité de la couleur de l'influent, le meilleur rendement étant obtenu aux conditions optimales d'opération.

5. Selon les résultats des études-pilotes, le traitement biologique par aération prolongée peut éliminer 80 p. 100 de la DCO totale et produire un effluent contenant moins de 20 mg de solides en suspension, par litre.

6. La production de boues est estimée à 0,2 g de solides par g de DCO enlevée. La consommation d'oxygène était de 0,2 mg d'O_2/j/mg de liquide mixte.

7. L'opération du système sans ajout de nutriants, sans ajustement du pH, mais un âge des boues de 30 jours, a démontré que malgré une insuffisance d'azote, la réduction de la DCO atteignait tout de même 80 p. 100 et la teneur de l'effluent en solides en suspension était de 17 mg/l. Par contre, l'insuffisance d'azote semblait nuire à la décoloration. Malgré un déficit en azote, la masse de boues activées a exercé un bon effet tampon et le pH s'est maintenu à 7,6. Le manque d'azote pourrait expliquer le faible rapport DBO_5/N de 100:2 observé dans ces conditions. Il semblerait que tout l'azote disponible est utilisé pour la biosynthèse.

8. Aucune toxicité létale aiguë n'a été enregistrée avec l'effluent traité.

9. L'usage de charbon actif à raison de 50 mg/m^3 d'eaux usées permettrait une réduction de 64 p. 100 de la DCO résiduelle, ce qui porterait à 95 p. 100 le taux global de réduction. Un dosage inférieur à 50 mg/m^3 devrait suffire si l'on ne cherchait qu'à parfaire la décoloration.

10. L'âge des boues et le temps de séjour hydraulique influencent fortement l'élimination des solides en suspension.

11. La conception d'usines d'épuration destinées à traiter ce type d'eaux usées doit tenir compte de l'âge des boues et du temps de séjour hydraulique.

12. L'identification visuelle de la couleur résiduelle doit être standardisée car un échantillon contenu dans un bécher de 1 litre est légèrement coloré alors qu'en éprouvette, la décoloration semble parfaite.

13. L'utilisation d'une biostation-pilote pour simuler l'opération à grande échelle a permis de trouver, de façon économique, un mode d'opération satisfaisant. La stratégie de traitement recommandée suite aux essais à l'échelle-pilote a donné les résultats escomptés, soit 20 mg de solides en suspension par litre et un taux de réduction de la DCO totale de 79 p. 100.

14. Cette étude a permis aussi de démontrer le lien étroit entre les conditions d'opération (temps de séjour et âge des boues) et le rendement du système.

REMERCIEMENTS

Messieurs C. Planzer, directeur de l'environnement, et G. Blouin, responsable de la station d'épuration, à la Dominion Textile, sont cordialement remerciés pour leur collaboration durant cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

Alspaugh, T.A. et al., "Biological Treatment of Textile Wastes by Aeration". Actes du symposium *Textile Industry Technology.* EPA 600/2-79-104 (1979).

Bettens, L., "Powdered Activated Carbon in an Activated Sludge Unit". *Effluent and Water Treatment Journal, 19:* 3, 129-135 (1979).

Clemson University, Department of Textiles, *State of the Art of Textile Treatment.* Clean Water, Water Pollution Control Research series 120/ECS 02/71.

Environmental Pollution Control - Textile Processing Industry. U.S. EPA Environmental Research Information Center Technology Transfer Manual. EPA 625/7-78-002 (1978).

Environnement Canada. *Étude du traitement au mouillé des textiles et des techniques de lutte contre la pollution.* Analyse économique et technique. Rapport SPE 3 WP-82-5/F (1982).

Hutton, G.D et Robertaccio, F.L., "Use of Powdered Activated Carbon for Textile Wastewater Pollution Control". Actes du symposium. *Textile Industry Technology.* EPA 600/2-79-104 (1979).

Lessard, S., *Rapport des essais de traitabilité des eaux usées de Granby.* Contrat nº: 09 S D-KE 102-8-0251 (1981).

Shaul M.G.; Barnet, M.W.; Neitheisel, T.W.; Dostal, K.A.; "Activated Sludge with Powdered Activated Carbon Treatment of Dyes and Pigments Processing Wastewater". Actes de la 38th Annual Purdue Waste Conference, Purdue University. West Lafayette, in (USA), 10-12 mai (1983).

Schaffer, R.B. et al., *Development Document for Effluent Limitations Guidelines and Standards for the Textile Mills.* EPA 440/1-79/022 b (1979).

ANNEXE A

Résultats du programme d'implantation de la stratégie de contrôle proposée à la suite des essais en biostation-pilote

Tableau A1

Résultats des essais de simulation en biostation-pilote (âge des boues non contrôlé, pH non ajusté et aucun apport de nutriants)

Date	DCO totale		DBO totale	
	Influent	Effluent	Influent	Effluent
Septembre 1981				
1	795	138	-	-
2	815	242	-	-
3	1230	320	270	2
4	1180	306	305	5
8	565	80	-	-
9	790	136	278	14
10	1060	198	325	6
11	1545	196	540	9
14	-	-	-	-
15	470	64	-	-
16	950	198	305	19
17	1035	290	420	11
18	1065	222	365	2
21	500	88	-	-
22	620	174	-	-
23	980	254	218	13
24	1020	182	385	8
25	775	160	282	6
28	-	-	-	-
29	880	324	-	-
30	1395	398	340	12
Octobre 1981				
1	995	268	320	6
2	1090	316	450	17
5	355	130	-	-
6	885	278	-	-
7	1130	276	-	-

Tableau A1 (suite)

Date	DCO totale		DBO totale	
	Influent	Effluent	Influent	Effluent
8	715	206	325	4
9	870	274	235	1
13	475	134	-	-
14	865	202	380	7
15	1260	280	445	6
16	1105	484	-	-
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	655	215	-	-
20	-	-	-	-
21	1170	388	315	4
22	915	328	315	6
23	1155	386	300	5
26	955	196	-	-
27	800	248	-	-
28	945	294	465	1
29	1575	430	415	5,5
30	1510	476	520	6,5
Novembre 1981				
3	1050	392	-	-
4	980	428	365	17
5	1290	418	420	8,5
6	970	296	345	6
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	1430	364	520	3,5
12	1785	500	560	7,5
13	1650	584	340	0
16	710	228	-	-

Tableau A1 (suite)

Date	DCO totale		DBO totale	
	Influent	Effluent	Influent	Effluent
17	1015	346	-	-
18	1130	400	340	19
19	1200	454	410	36
20	1510	346	410	7
23	865	192	-	-
24	1200	296	-	-
25	1085	280	285	1
26	1200	328	375	16
27	720	236	320	6
30	620	186	-	-
Décembre 1981				
1	955	358	-	-
2	875	308	282	15
3	1480	392	425	16,5
4	1125	396	330	8,5
7	845	172	-	-
8	-	-	-	-
9	1470	584	540	55
10	1170	424	320	12
11	1185	416	420	22
14	1090	186	-	-
15	-	-	-	-
16	-	-	-	-
17	-	-	-	-
18	1520	306	-	-
21	855	250	-	-
22	1070	236	-	-

Tableau A2

Performance de la station d'épuration de la Dominion Textile suite à l'implantation du contrôle de l'âge des boues (données fournies par la Dominion Textile)

	Influent				Effluent			
Date	Solides en suspension	DCO	Huiles et graisses	pH	Solides en suspension	DCO	Huiles et graisses	pH
Avril 1982								
14	175	1075	36	11,6	40	270	2	9,5
15	155	1060		11,9	40	368		9,5
16	160	630		11,6	45	252		9,7
20	125	1360	16	11,8	30	280	0	9,1
21	80	740		11,6	20	246		8,9
22	100	1210		11,3	15	252		7,4
23	80	890		11,6	10	80		7,4
26	45	245		7,8	10	80		7,4
27	200	695	26	10,3	20	138	0	7,0
28	95	685		9,6	20	208		7,1
29	130	755		10,0	20	250		7,2
30	150	310		9,0	15	126		7,2
Mai 1982								
3	280	-		7,2	20	-	7,3	
4	75	-	4	9,0	25	-	7,3	
5	240	695		8,2	12	64		7,2
6	65	205		7,1	10	108		7,2
7	165	1160		11,7	30	192		8,4
10	100	205		10,3	10	80		7,6
11	65	420	10	9,8	20	124	2	7,7
12	150	1255		11,7	40	214		8,9
13	275	1100		11,6	40	270		8,8
14	115	795		11,2	15	164		8,4
17	80	-	-	7,0	15	-	-	7,8
18	90	765	8	11,5	25	234	2	8,9

Tableau A2 (suite)

	Influent				Effluent			
Date	Solides en suspension	DCO	Huiles et graisses	pH	Solides en suspension	DCO	Huiles et graisses	pH
19	145	1305		11,8	25	208		9,1
20	225	1270		11,6	70	340		8,5
21	80	475		10,2	10	232		7,5
24	100	--		7,6	10	--		7,5
25	105	825	12	8,7	25	192	4	7,0
26	160	700		6,7	15	164		7,0
27	130	850		11,3	10	218		8,2
28	150	1215		11,5	15	258		8,2
31	190	270		9,1	5	118		7,5
Juin 1982								
1	220	1045	34	6,4	15	220	0	7,1
2	165	960		11,4	15	244		8,1
3	130	965		11,4	15	248		8,3
4	225	920		11,7	15	98		8,9
7	185	230		10,4	10	80		8,0
8	115	795	20	10,6		192	2	7,4
10	175	965		11,7	10	202		8,7
11	200	995		11,6	20	286		8,9
14	245	355	50	10,8	10	108	0	7,0
15	315	935		7,0	10	116		7,3
16	120	1330		11,8	20	288		8,7
17	820	1700		11,8	5	264		8,6
18	125	1160		11,9	50	246		8,8
21	165	515		11,0	15	50		8,0
22	185	1240	26	8,6	15	110	4	7,9
23	305	670		6,8	10	104		7,5
28	640	730		6,6	15	54		7,4
29	265	1080	26	11,5	10	74	2	9,0

ANNEXE B

Résultats des essais de toxicité

Environnement Canada, S.P.E.

RAPPORT DE BIOANALYSE

ECHANTILLON: DOMTEX - MAGOG
Point A - Influent brut

Test no. 595 **Requis par** R. Zaloum, Ing
Prélevé le 27-10-81 **, par** SPE
Testé le (1) 29-10-81 (2) 30-10-81 (3) 12-11-81 (4) _____
Par: R.L. P.C. R.L. _____

RÉSULTATS

TEST	CONT. (contrôle)	E. E. (eau d'entrée)	ECHANT. ☐ ORIGINAL ☒ AJUSTÉ		
			100 %	65 % v v	% v v
(1) Truites					
Mortalité (%)	0	0	100		
TL-50 (h)		ND	1-4		
CL-50 (24h)					
CL-50 (96h)			% v v		
			% v v		
(2) Microtox®			NON FILT.	FILT. 0.45u	
CI-50			2,6 % v v	% v v	
(3) Algues			FILT. 0.2u		
CI-50			5,4 % v v		
(4) _____					

PARAMETRES SUSCEPTIBLES DE CAUSER LA MORTALITE:

☐ pH	☐ Arsenic	☐ Azote ammo.	**Autres para.**
☐ O.D.	☐ Aluminium	☐ Chlorures	
☐ D.B.O.	☐ Chrome	☐ Cyanures	
☐ Cl rés. tot.	☐ Cuivre	☐ Fluorures	
☐ S.T.	☐ Fer	☐ Nitrates	
☐ H&G	☐ Nickel	☐ Nitrites	
☐ D.C.O.	☐ Plomb	☐ Phos. tot.	
☐ Phénol	☐ Zinc	☐ Sulfures	

Verso

Ajustements de l'échantillon:

pH_o = 12.8 pH_a = 7,4 avec [x] HNO_3 [ ] NaOH

Cl rés. tot. E.E. _____ Echant. _____ ppm neut. avec $Na_2S_2O_3$

Autres: _____

Conditions du test avec truites:

Statique- 96 h Autre: _____

Temp. 15 °C Vol./bassin 50 l Charge 0,2 l/g/j
No. poissons/bassin = 10 Poids moy. 6,0 g
Taille moy. _____ cm

Aération [x] 5 cc/min/l [ ] 7.5 cc/min/l > Préaération _____ h

Remarques: _____

Test truites: Forte toxicité au point A; temps létal 50 entre 1 - 4 heures, probablement attribuable à l'azote ammoniacal.

Algues: L'échantillon s'est montré toxique envers cet organisme. Les résultats de phosphore inorganique de nitrites et nitrates, d'azote ammoniacal et du potentiel de fertilité (180ppm) indiquent un apport énorme en matières nutritives qui résulte en un enrichissement excessif du milieu.

Appouvé par C. Blanc le 18/1/82

Environnement Canada, S.P.E.

RAPPORT DE BIOANALYSE

ECHANTILLON: DOMTEX - MAGOG

Point P_2: Effluent de l'usine pilote

Test no. 598 **Requis par** R. Zaloum, Ing.

Prélevé le 27/10/81 **, par** SPE

Testé le (1) 29/10/81 (2) 30/10/81 (3) 12/11/81 (4) _____

Par: R.L. P.C. R.L. _____

RÉSULTATS

TEST	CONT. (contrôle)	E.E. (eau d'entrée)	ECHANT. ☒ ORIGINAL ☐ AJUSTÉ		
			100 %	65 % v v	% v v
(1) Truites					
Mortalité (%)	0	0	0		
TL-50 (h)		ND	ND		
CL-50 (24h)			% v v		
CL-50 (96h)			% v v		
(2) Microtox®			NON FILT.	FILT. 0.45u	
CI-50			ND % v v	% v v	
(3) Algues			FILT. 0.2u		
CI-50			ND % v v		
(4) _____					

PARAMETRES SUSCEPTIBLES DE CAUSER LA MORTALITE:

☐ pH	☐ Arsenic	☐ Azote ammo.	**Autres para.**
☐ O.D.	☐ Aluminium	☐ Chlorures	
☐ D.B.O.	☐ Chrome	☐ Cyanures	_____
☐ Cl rés. tot.	☐ Cuivre	☐ Fluorures	_____
☐ S.T.	☐ Fer	☐ Nitrates	_____
☐ H&G	☐ Nickel	☐ Nitrites	_____
☐ D.C.O.	☐ Plomb	☐ Phos. tot.	
☐ Phénol	☐ Zinc	☐ Sulfures	

Verso

Ajustements de l'échantillon:

pH_o = 7,8 pH_a = - avec ☐ HNO_3 ☐ NaOH

Cl rés. tot. E.E. _____ Echant. _____ ppm neut. avec $Na_2S_2O_3$

Autres: _____

Conditions du test avec truites:

Statique- 96 h Autre: _____

Temp. 15 °C Vol./bassin 50 l Charge 0,2 l/g/j

No. poissons/bassin = _____ Poids moy. 6,0 g

Taille moy. _____ cm

Aération ☒ 5 cc/min/l ☐ 7.5cc/min/l > Préaération _____ h

Remarques: _____

Appouvé par _____ le 18/1/82

ANNEXE C

Principaux produits chimiques utilisés annuellement
à l'usine d'ennoblissement des tissus de la
Dominion Textile, à Magog
(Décembre 1981)

Tableau C1

Principaux produits chimiques utilisés par la Dominion Textile à son usine d'ennoblissement des tissus, à Magog (décembre 1981)

Produit	Quantité (tonnes métriques)	Composé principal	Émission dans
Alcool éthylique, qualité technique à 95 p. 100	1060	99 % Shellsol	Atmosphère
Acides	548	95 % acide acétique	Eaux usées
Bases	302	99 % produits caustiques	Eaux usées
Résines thermodurciçables	527		95 % dans les tissus
Oxydants	360	Eau oxygénée	Eaux usées
Sels	364	NaCl	Eaux usées
Réducteurs	266	Bisulfite de sodium	Eaux usées
Conditionneurs/agents épaississants	191		90 % dans les tissus
Émulsifiants	187		Eaux usées
Séquestrants	30	Hexaméthaphosphate de sodium $(NaPO_3)_6$	Eaux usées
Catalyseurs	24		Eaux usées
Véhiculeurs de colorants	17	Levegal B	Eaux usées
TOTAL	3876		

Tableau C2

Colorants utilisés à l'usine d'ennoblissement des tissus de la Dominion Textile, à Magog (décembre 1981)

Type de colorant	Quantité (en tonnes métriques)
Pigmentaire	674
De cuve	595
Au soufre	520
Dispersé	100
Azoïque	56
Réactif	15
TOTAL	1960